

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



Comportamiento fenológico y agronómico de la variedad de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) Sahel bajo condiciones en campo abierto y casa sombra

POR:

GADIEL PÉREZ RODRÍGUEZ

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA

OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

JUNIO DE 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Comportamiento fenológico y agronómico de la variedad de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) Sahel bajo condiciones en campo abierto y casa sombra

POR:
GADIEL PÉREZ RODRÍGUEZ

TESIS QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR

PRESIDENTE: 
M.C. FABIAN GARCÍA ESPINOZA

VOCAL: 
DR. ALFREDO OGAZ

VOCAL: 
DR. LUCIO LEOS ESCOBEDO

VOCAL SUPLENTE: 
DR. HÉCTOR JAVIER MARTÍNEZ AGÜERO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE
CARRERAS AGRONÓMICAS:


M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO



TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

JUNIO DE 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Comportamiento fenológico y agronómico de la variedad de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) Sahel bajo condiciones en campo abierto y casa sombra

POR:
GADIEL PÉREZ RODRÍGUEZ

TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR

ASESOR PRINCIPAL: 
M.C. FABIÁN GARCÍA ESPINOZA

ASESOR: 
DR. ALFREDO OGAZ

ASESOR: 
DR. LUCIO LEOS ESCOBEDO

ASESOR SUPLENTE: 
DR. HÉCTOR JAVIER MARTÍNEZ AGÜERO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE
CARRERAS AGRONÓMICAS:


M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO



TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

JUNIO DE 2017

AGRADECIMIENTOS

A Dios

Primeramente, doy gracias a dios por haberme dado la vida y la salud en todos estos años de mi vida, y por haberme acompañado, bendecido y guiado a lo largo de mi carrera.

A la **Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” Unidad Laguna**, por aceptarme y formar parte de ella y por darme una formación como profesionista.

A **mi asesor principal, MC. Fabián García Espinoza**, por la orientación y ayuda que me brindo para realizar este proyecto de investigación, por su apoyo en la elaboración de este proyecto.

Al **Dr. Lucio leos Escobedo**, por sus consejos como maestro, y sobre todo por su orientación y confianza para elaborar este proyecto.

Al **Dr. Alfredo ogaz y el Dr. Héctor Javier Martínez Agüero**, por su apoyo, su tiempo y dedicación para revisar mi trabajo de investigación.

Al **MC. Bernardo Espinosa Palomeque**, por su apoyo y dedicación.

A todos ellos por brindarme su conocimiento, para poder llegar a ser un profesionista.

DEDICATORIAS

A mis padres **Mario Pérez Santiz y Amalia Rodríguez Morales**, por su confianza y el apoyo que me brindaron durante este tiempo para poder llegar a ser un profesionalista.

A mi hermano **Manuel Pérez Rodríguez**, por su apoyo durante este tiempo.

A **Nereida Garrido de la Cruz** por su apoyo en mi tesis y don **Gustavo Garrido Rodríguez** y doña **Irene de la Cruz García** por sus buenos deseos por brindarme su amistad.

A **toda mi familia Pérez Morales**, por sus consejos y su ayuda, los cuales siempre fueron necesarios para poder llegar hasta este momento.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
ÍNDICE DE CONTENIDO	iii
ÍNDICE DE CUADROS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ANEXOS	x
RESUMEN	xi
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos	4
1.2. Hipótesis	4
2. REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1. Cultivo del tomate	5
2.2. Origen	5
2.3. Distribución geográfica del tomate	6
2.4. Importancia del cultivo de tomate.....	6
2.5. Clasificación taxonómica del tomate	7
2.6. Descripción morfológica del tomate	8
2.6.1. Planta.....	8
2.6.2. Plantas indeterminadas	9
2.6.3. Plantas semideterminadas.....	9
2.6.4. Plantas determinadas	9
2.6.5. Germinación	10
2.6.6. Semilla.....	10
2.6.7. Raíz	11
2.6.8. Tallo	11
2.6.9. Hojas.....	12
2.6.10. Flor.....	12
2.6.11. Fruto	13
2.7. Propiedades nutricionales.....	14
2.8. Clasificación del fruto por su madurez y color.....	15
2.9. Principales variedades de jitomate.....	15

2.10. Requerimientos climáticos del cultivo	16
2.10.1. Radiación	16
2.10.2. Temperatura	17
2.10.3. Humedad relativa.....	17
2.10.4. Ventilación	17
2.11. Requerimientos de ambiente, suelo y agua en tomate	18
2.11.1. Clima.....	18
2.11.2. Suelo.....	18
2.11.3. Riego	19
2.12. Manejo del cultivo	19
2.12.1. Siembra de semillero	19
2.12.2. Trasplante	19
2.12.3. Tutorado de tomate.....	20
2.12.4. Podas.....	20
2.12.5. Polinización.....	21
2.12.6. Fertilización.....	21
2.13 Comercio internacional	21
2.14. Importancia económica del tomate a nivel mundial.....	22
2.15. Producción de tomate en México	23
2.16. Importancia del tomate a nivel regional.....	24
2.17. Producción en la Comarca Lagunera	25
2.18. Agricultura protegida	25
2.19. Casa sombra o malla sombra	26
2.19.1. Ventajas del uso de malla sombra	28
2.19.2. Desventajas del uso de malla sombra	28
2.20. Híbridos de jitomate para producción en malla sombra	29
2.21. Características del híbrido de tomate en evaluación.....	29
2.22. Principales plagas del tomate	29
2.22.1. Araña Roja Común (<i>Tetranychus urticae</i>).....	30
2.22.2. Mosca blanca del tabaco (<i>Bemisia tabaci</i>).....	30
2.22.3 Trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>).....	31
2.22.4. Pulgón (<i>Aphididae</i>)	32

2.22.5. Paratrioza (<i>Bactericera cockerelli</i> Sulc.)	32
2.23. Principales enfermedades.....	33
2.23.1. Enfermedades causadas por bacterias.....	33
2.24. Cosecha.....	34
2.25. Clasificación de frutos	34
2.26. Poscosecha.....	35
3. MATERIALES Y METODOS	36
3.1. Localización del área de estudio	36
3.2. Localización del Sitio experimental	37
3.3. Construcción del área para el experimento.....	37
3.4. Híbrido a evaluar	37
3.4.1. Siembra en semillero	37
3.4.2. Preparación del terreno	38
3.4.3. Trasplante.....	38
3.4.4. Colocación de estacas.....	39
3.4.5. Tutorado	39
3.4.6. Riegos.....	39
3.4.7. Poda	40
3.5. Control de plagas	40
3.6. Control de enfermedades.....	41
3.7. Deficiencias de minerales	41
3.8. Polinización	41
3.9. Control de malezas	42
3.10. Aporque al cultivo.....	42
3.11. Cosecha.....	42
3.12. Categorías Rezaga	42
3.13. Categoría Small	43
3.14. Categoría mediano.....	43
3.15. Categoría Largo.	43
3.16. Tratamientos de estudio.....	43
3.17. Diseño experimental	44
3.18. Variables a evaluar	44

3.18.1. Etapa vegetativa (104 ddt).....	44
3.18.2. Altura de planta.....	44
3.18.3. Diámetro de tallo.....	45
3.18.4. Número de hojas.....	45
3.19. Calidad del fruto.....	45
3.19.1. Diámetro ecuatorial.....	45
3.19.2. Diámetro polar.....	46
3.19.3. Contenido de Sólidos Solubles.....	46
3.20. Cosecha experimental.....	46
3.21. Cosecha comercial.....	46
3.21.1. Categorías rezaga.....	46
3.21.2. Categoría Small.....	47
3.21.3. Categoría mediano.....	47
3.21.4. Categoría largo.....	47
4. RESULTADOS.....	48
4.1. Etapa vegetativa (104 ddt).....	48
4.1.1. Altura de planta.....	48
4.1.2. Diámetro de tallo.....	49
4.1.3. Número de hoja.....	50
4.2. Calidad del fruto.....	51
4.2.1. Diámetro polar (cm).....	51
4.2.2. Diámetro ecuatorial (cm).....	52
4.2.3. Contenido de Sólidos Solubles Totales.....	53
4.3. Cosecha comercial.....	54
4.3.1. Categoría rezaga.....	54
4.3.2. Categoría Small.....	55
4.3.3. Categoría mediano.....	56
4.3.4. Categoría Largo.....	57
4.3.5. Rendimiento Total (t ha ⁻¹).....	58
5. DISCUSIÓN.....	60
5.1. Etapa vegetativa a los 104 ddt.....	60
5.1.1. Altura de planta.....	60

5.1.2. Diámetro de tallo.....	60
5.1.3. Número de hoja	61
5.2. Calidad del fruto	61
5.2.1. Diámetro polar (cm)	61
5.2.2. Diámetro ecuatorial (cm).....	62
5.2.3. Contenido Sólidos Solubles Totales	62
5.3. Cosecha comercial.....	63
5.3.1. Categoría rezaga	63
5.3.2. Categoría Small	63
5.3.3. Categoría mediano	64
5.3.4. Categoría largo	64
5.3.5. Rendimiento Total (t ha ⁻¹)	65
6. CONCLUSIONES.....	66
7. LITERATURA CITADA.....	68
ANEXOS	76

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Principales componente de un fruto de tomate (Nuez, 2001).....	15
Cuadro 2. Volumen de producción en las principales variedades de jitomate producidas en México en el año 2010. (Notario, 2012).	16
Cuadro 3. Características en la población de mosquita blanca (<i>B. tabaci</i>) en tres cultivos (Malais <i>et al.</i> , 2016).	31
Cuadro 4. Diferencias entre los pulgones (<i>Aphididae</i>) alados y ápteros. (Malais <i>et al.</i> , 2016).....	32
Cuadro 5. Duración del ciclo biológico de la paratarioza (Sagarpa, 2014).....	33
Cuadro 6. Insecticidas orgánicos utilizados para el control de insectos plagas en el cultivo de tomate.....	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Flores de jitomate en la estructura típica del racimo. Cortesía de Solution Culture.	13
Figura 2. Fruto de jitomate. Cortesía de Zeraim Syngenta.....	14
Figura 3. Localización geográfica de la región de la Comarca Lagunera.....	36
Figura 4. Localización de la región de la Comarca Lagunera	36
Figura 5. Medias para altura de planta (cm), obtenida a los 104 ddt en los cuatro tratamientos de estudio.....	49
Figura 6. Medias para diámetro de tallo en (cm), obtenidas a los 104 ddt en los cuatro tratamientos de estudio.....	50
Figura 7. Medias para el número de hojas, obtenidas a los 104 ddt en los cuatro tratamientos de estudio.....	51
Figura 8. Medias para el diámetro polar (cm), obtenida a los 104 ddt en los cuatro tratamientos de estudio.....	52
Figura 9. Medias para el diámetro ecuatorial (cm), obtenida a los 104 ddt en los cuatro tratamientos de estudio.....	53
Figura 10. Medias para sólidos solubles (°Brix), obtenida a los 104 ddt en los cuatro tratamientos de estudio.....	54
Figura 11. Medias para el rendimiento (t ha ⁻¹) en la categoría rezaga en los cuatro tratamientos de estudio.....	55
Figura 12. Medias para el rendimiento (t ha ⁻¹) para la categoría small en los cuatro tratamientos de estudio.....	56
Figura 13. Medias para el rendimiento (t ha ⁻¹) en la categoría mediano en los cuatro tratamientos de estudio.....	57
Figura 14. Medias para el rendimiento (t ha ⁻¹) en la categoría largo en los cuatro tratamientos de estudio.....	58
Figura 15. Medias para el rendimiento total (t ha ⁻¹) en los cuatro tratamientos de estudio.	59

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza (anva) para la variable altura de planta a los 104 ddt.	76
Anexo 2. Medias obtenidas para las variables altura de planta a los 104 ddt en los cuatro tratamientos de estudio.....	76
Anexo 3. Análisis de varianza (anva) para el variable diámetro de tallo a los 104 ddt.	76
Anexo 4. Medias obtenidas para las variables diámetro de tallo a los 104 ddt en los cuatro tratamientos de estudio.....	76
Anexo 5. Análisis de varianza (anva) para la variable número de hojas a los 104 ddt.	77
Anexo 6. Medias obtenidas para la variable número de hojas a los 104 ddt en los cuatros tratamientos de estudio.....	77
Anexo 7. Análisis de varianza (anva) para la variable diámetro polar a los 104 ddt.	77
Anexo 8. Medias obtenidas para diámetro polar a los 104 ddt en los cuatro tratamientos de estudio.....	77
Anexo 9. Análisis de varianza (anva) para la variable diámetro ecuatorial a los 104 ddt.....	78
Anexo 10. Medias obtenidas para la variable diámetro ecuatorial a los 104 ddt en los cuatro tratamientos de estudio.....	78
Anexo 11. Análisis de varianza (anva) para la variable solidos solubles totales a los 104 ddt.....	78
Anexo 12. Análisis de varianza para la variable solido soluble a los 104 ddt en los cuatro tratamientos de estudio.....	78
Anexo 13. Análisis de varianza (anva) para variable rendimiento en la categoría rezaga ($t\ ha^{-1}$).	79
Anexo 14. Medias obtenidas para rendimiento en la categoría rezaga ($t\ ha^{-1}$) en los cuatros tratamientos de estudio.	79
Anexo 15. Análisis de varianza (anva) para la variable rendimiento en la, categoría small ($t\ ha^{-1}$).	79
Anexo 16. Medias obtenidas para la variable el rendimiento en la categoría small ($t\ ha^{-1}$) en cuatros tratamientos de estudio.....	79
Anexo 17. Análisis de varianza (anva) para el variable rendimiento en la categoría mediano ($t\ ha^{-1}$).....	80
Anexo 18. Medias obtenidas para la variable rendimiento en la categoría mediano ($t\ ha^{-1}$) en los cuatros tratamientos de estudio.	80
Anexo 19. Medias obtenidas para la variable rendimiento en la categoría mediano ($t\ ha^{-1}$) en los cuatros tratamientos de estudio.	80
Anexo 20. Medias obtenidas para la variable rendimiento en la categoría largo ($t\ ha^{-1}$) en los cuatros tratamientos de estudio.	80
Anexo 21. Análisis de varianza (anva) para la variable rendimiento total ($t\ ha^{-1}$).....	81
Anexo 22. Medias obtenidas para la variable rendimiento total ($t\ ha^{-1}$) en los cuatros tratamientos de estudio.....	81

RESUMEN

El tomate es una de las hortalizas más cultivadas en el mundo, debido a su alto consumo y a su capacidad de producción, en la Comarca Lagunera se siembra alrededor de 900 ha a cielo abierto, con una producción de 19 t ha⁻¹. Lo anterior, ha llevado a los productores a encontrar métodos de producción más eficientes para satisfacer la alta demanda de este producto. El presente trabajo se realizó durante el periodo primavera-verano del año 2015, en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro "Unidad Laguna" Torreón en Coahuila. El objetivo del trabajo fue evaluar el comportamiento fenológico y agronómico del híbrido Sahel de jitomate bajo condiciones de casa sombra y a cielo abierto con y sin control de plagas, en la Comarca Lagunera. El trasplante se realizó el nueve de abril del año 2015, se utilizó un sistema de riego por goteo y las aplicaciones de insecticidas, fungicidas, y fertilizantes foliares se realizaron con aspersora manual con capacidad 15 l. La casa sombra se construyó con postes de madera y mallas antiáfidos de 9 m de largo, por 3 m de ancho y con 2.5 m de altura. Se utilizó un diseño estadístico de bloques completamente al azar, con cuatro tratamientos casa sombra con control y sin control de insectos plagas y cielo abierto con y sin control de insectos plagas, con 40 repeticiones por tratamiento. Para evaluar los resultados obtenidos en cada una de las variables de estudio, se aplicaron análisis de varianza y pruebas de comparación de medias Tukey .05. El mayor rendimiento, se obtuvo en el tratamiento T1, casa sombra con control de insectos con 89.57 t ha⁻¹ y una mejor calidad del fruto, en comparación a los demás tratamientos con control y sin control de insectos. El cultivo de jitomate bajo condiciones de casa sombra se obtuvo un rendimiento significativo y mejor desarrollo comparado con el cultivo a campo abierto.

Palabras clave: Comarca Lagunera, Híbrido Sahel, Rendimiento de Jitomate.

1. INTRODUCCIÓN

El jitomate es uno de los cultivos más populares y uno de los cultivos de hortalizas más extensas en todo el mundo (Salunkhe, 2004). El jitomate, a pesar de ser uno de los frutos de mayor consumo en todo el mundo y de gran importancia en México, presenta grandes pérdidas en postcosecha 47%. A lo largo de los años se han empleado diversas técnicas para su conservación, las cuales abarcan desde bajas temperaturas y sustancias químicas hasta la aplicación de empaques para atmósferas modificadas (MAP) o de cubiertas comestibles a base de lípidos, polisacáridos y proteínas (Ruíz *et al.*, 2012).

Ruiz *et al.* (2012), señala que el cultivo de jitomate pertenece a los de mayor comercialización en todo el mundo y el de mayor valor económico. Su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio. El incremento anual de la producción de los últimos años se debe, principalmente, al aumento en el rendimiento y, en menor proporción, al aumento de la superficie cultivada

El jitomate (*S. lycopersicum* L.) es una planta perenne en forma de arbusto que se cultiva anualmente y puede desarrollarse de forma rastrera, semi-erecta o erecta. Es uno de los frutos que contiene mayor cantidad de vitaminas y minerales, tiene bajo valor calórico y se caracteriza por un elevado contenido de agua, de 90 a 94% (Ruíz *et al.*, 2012).

En México, el jitomate es una de las especies hortícolas con gran trascendencia en lo económico, tanto que se refleja en el valor que tiene la producción en la aportación de divisas a la balanza agropecuaria, así como también en lo social que se mide por la cantidad de empleos generados durante el cultivo y

comercialización de esta hortaliza. Es por ello, que el tomate se cultiva en toda la República Mexicana. La producción total de tomate en México en el año 2012-2013, sumó 2.2 millones de toneladas debido a condiciones climáticas poco favorables y a la reducción de la superficie productiva en algunos estados (Ortega *et al.*, 2010).

México se encuentra en el décimo lugar a nivel mundial en la producción de jitomate, sin embargo, ocupa el primer lugar en exportación del fruto según datos de la SAGARPA (2011); su principal mercado es Norteamérica (Estados Unidos y Canadá) con 95%. Los estados con mayor aportación son Sinaloa, Baja California, Michoacán, Zacatecas y Jalisco, juntos totalizan 68% de la producción nacional (Ruíz *et al.*, 2012).

Casi 200 millones de hectáreas que comprende el Territorio Nacional, en el año 2010, apenas se sembraron poco más de 4 millones de hectáreas de riego y 16 millones de hectáreas de temporal; lo que indica que la fuente productiva es bastante limitada y los sistemas tradicionales de producción no son suficientes para abastecer las necesidades alimenticias de la población (SAGARPA, 2012).

Según estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), el 52.0 por ciento de la superficie destinada al cultivo de tomate en 2013 se concentró en cuatro países: China (20.9 por ciento), India (18.8 por ciento), Turquía (6.6 por ciento) y Nigeria (5.8 por ciento). México ocupa la décima posición mundial, con el 1.9 por ciento de la superficie cosechada de esta hortaliza (FIRA, 2016).

El jitomate representa la segunda hortaliza más cultivada a nivel mundial, con una producción aproximada de 150 millones de toneladas en 2009, lo cual es resultado de su alta demanda para la preparación de distintos tipos de alimentos en

casi todos los países del mundo. En México el jitomate representa la principal hortaliza cultivada con una superficie de 54,510 ha en 2010; y se cultiva principalmente en los estados de Sinaloa (14,095 ha), Michoacán (5,264 ha), Baja California (3,562 ha), Zacatecas (3,503 ha) y Nayarit (3,027 ha). Del 3.5% de la superficie nacional total dedicada al cultivo de hortalizas, el 22.6% es ocupada por jitomate, generando gran número de empleos y siendo fuente importante de divisas, produciéndose en áreas de riego y de temporal (Bastida, 2012).

SAGARPA, reportó en el año 2010 un total de 11.760 ha mientras que para el mismo año la Asociación Mexicana de Agricultura Protegida, Asociación Civil (AMHPAC) en el mismo año censó 15,300 ha. En general, los invernaderos constituyen 44% y la malla sombra 51% de la superficie total. Los Estados que concentran el mayor número de hectáreas de cultivo en invernadero son: Sinaloa (22%), Baja California (14%), Baja California Sur (12%) y Jalisco (10%); en estas cuatro entidades se encuentra más del 50% de la producción total de cultivos protegidos; en 2008, México ocupó el doceavo lugar como productor de jitomate y el segundo como exportador (SAGARPA, 2010).

1.1. Objetivos

Evaluar el comportamiento fenológico y agronómico del híbrido de jitomate Sahel (*S. lycopersicum* L.) bajo condiciones de casa sombra con y sin control de insectos plaga y cielo abierto con y sin control de insectos plaga en la Comarca Lagunera.

1.2. Hipótesis

El comportamiento del híbrido de jitomate cultivar Sahel presentará mayor desarrollo fenológico y agronómico en el sistema de producción de casa sombra con y sin control de insectos plaga vs el sistema de producción a cielo abierto con y sin control de insectos plaga.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Cultivo del tomate

Según Hernán (2009), el jitomate es la hortaliza más cultivada en todo el mundo y la de mayor valor económico. Su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio. El incremento anual de la producción en los últimos años se debe principalmente al aumento en el rendimiento, y en menor proporción al aumento de la superficie. Es cultivado en muchas zonas, con amplia variabilidad de condiciones de clima y suelo, aunque se cultiva principalmente en climas secos, tanto para producción en estado fresco como para uso agroindustrial.

El jitomate es la hortaliza más extensamente cultivada en el mundo después de la papa. Comercialmente se produce 45 millones de toneladas de jitomate por año en 2.2 millones de hectáreas, pero solamente el 15% de la producción corresponde a los trópicos (Pérez *et al.*, 1998).

2.2. Origen

Según SAGARPA (2010), el jitomate es originario de la América del Sur, de la región andina, particularmente de Perú, Ecuador, Bolivia y Chile. Sin embargo, su domesticación fue llevada a cabo en México. El nombre de jitomate procede del náhuatl *xictli*, ombligo y *tomatl*, tomate, que significa tomate de ombligo.

Después de la conquista de México, en 1521, los españoles llevaron el jitomate al Caribe, luego a las filipinas y Europa y, finalmente lo reintrodujeron como un cultivo en el Perú. Desde el primer momento que llegó a España e Italia, el

jitomate se utilizó para cocinar, al freírlo en un poco de aceite de oliva y así surgir las primeras salsas (Lesur, 2006).

2.3. Distribución geográfica del tomate

El jitomate es una planta originaria de Perú, Ecuador y México, países en donde se encuentran varias formas silvestres. Fue introducida en Europa en el siglo XVI. Al principio, el jitomate se cultivaba solo como planta de adorno. A partir de 1900, se extendió el cultivo como alimento humano. El jitomate se cultiva en las zonas templadas y cálidas. Existen notables diferencias en cuanto a los sistemas y técnicas culturales empleadas por los horticultores. Actualmente el jitomate se cultiva en casi la totalidad de países en el mundo (Sañudo, 2013).

2.4 Importancia del cultivo de tomate

En la actualidad el cultivo del jitomate es una actividad mundial creciente, destinada a dos mercados diferentes: el de tomate que se vende al consumidor final y el que se destina a un proceso industrial, para, ya elaborado, llegar a los consumidores (Lesur, 2006).

El jitomate es uno de los frutos económicamente más importantes a nivel mundial y México se ubica entre los primeros diez productores. Este fruto es una buena fuente de vitaminas A y C (ácido ascórbico), así como carotenoides en la dieta humana, principalmente licopeno, debido a que es ampliamente consumido en diversas formas. Una porción promedio de tomate (148 g) es suficiente para proveer

aproximadamente el 40 % de ácido ascórbico y el 20 % de vitamina A recomendados en la ingesta diaria (IDR) de los Estados Unidos (López *et al.*, 2011).

El jitomate (*S. lycopersicum* L.) es una planta perenne en forma de arbusto que se cultiva anualmente y puede desarrollarse de forma rastrera, semi-erecta o erecta. Es uno de los frutos que contiene mayor cantidad de vitaminas y minerales, tiene bajo valor calórico y se caracteriza por un elevado contenido de agua, de 90 a 94%. Además, se reportan importantes contenidos de azúcares solubles (fructosa, glucosa y sacarosa), menor proporción de proteínas, fibra, ácidos orgánicos (cítrico y málico) y licopeno (Ruíz *et al.*, 2012).

Según gallegos (2013), destacan que el jitomate se siembra prácticamente en toda la república mexicana en dos ciclos agrícolas, ocupando el primer lugar en importancia económica y social debido a su derrama de mano obra.

El jitomate es una de las hortalizas más difundidas en todo el mundo con alto valor económico, ya que representa 30% de la producción hortícola a nivel mundial. Su demanda aumenta considerablemente y con ella su cultivo, producción y comercio. El incremento anual de la producción en los últimos años, se debe principalmente al rendimiento e incremento de la superficie cultivada (Sánchez *et al.*, 2012).

2.5. Clasificación taxonómica del tomate

El jitomate (*S. lycopersicum* L.) es una planta dicotiledónea perteneciente a la familia de las solanáceas. Los miembros de esta familia presentan haces

bicolaterales y una estructura floral modelo K(5) [C(5) A(5)] G(2). Esto es, sus flores son radiales y con cinco estambres (Nuez *et al*, 2001).

Notario (2012), presenta la clasificación taxonómica del jitomate de la siguiente manera:

Dominio: *Eukaryota*

Reino: Plantae

Subreino: *Traqueobionta*

Subdivisión: Spermatophyta

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteride

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Género: *Solanum*

Especie: *S. lycopersicum* L.

2.6. Descripción morfológica del tomate

El jitomate es una planta de tipo anual, pudiendo ser de crecimiento determinado o indeterminado. Sus flores son generalmente de color amarillo con 5 pétalos; las hojas, ramas y tallos presentan tricomas (Nuez, 2001 y Sañudo, 2013)

2.6.1. Planta

El jitomate es una planta perenne de porte arbustivo que se cultiva como anual. La planta puede desarrollarse de forma rastrera, semierecta o erecta, y el crecimiento es limitado en las variedades determinadas e ilimitado en las variedades indeterminadas, pudiendo llegar, en estas últimas, a 10 m en un año (Nuez, 2001).

2.6.2. Plantas indeterminadas

Los sucesivos tallos se desarrollan en forma similar, produciendo una inflorescencia cada tres hojas. El aspecto es el de un tallo principal, que crece en forma continua con inflorescencia internodales cada tres hojas. Cuando este proceso se repite indefinidamente los cultivares se nombran indeterminadas (Nuez, 2001).

2.6.3. Plantas semideterminadas

Ciertas variedades conocidas con el nombre de "semideterminadas" tienen simpodios de 3 ó 2 hojas y en casos muy contados una sola hoja y por ello resultan menos sensibles a la determinación del crecimiento, lo que las hace más adecuadas al cultivo en invernadero. El verdadero tipo de crecimiento determinado tiene 1 ó 2 hojas por simpodio y es más conveniente para cultivos destinados a la industria, pues permite la recolección de una sola vez (Sañudo, 2013).

2.6.4. Plantas determinadas

Las plantas tienen un crecimiento limitado, puede extenderse 2 m; los segmentos del eje principal soportando un número inferior de hojas y terminan en una inflorescencia, el sistema de ramificación lateral experimenta un crecimiento limitado dando a la planta un aspecto arbustivo con simetría circular (Nuez, 2001).

2.6.5. Germinación

Es el proceso mediante el cual, a partir de una semilla, comienza el desarrollo de una nueva planta (Nuez, 2001). El proceso de germinación comprende tres etapas: a) Rápida absorción, que dura 12 horas, se produce una rápida absorción de agua. b) Reposo, dura 40 horas, durante la cual no se observa ningún cambio; la semilla comienza a absorber agua de nuevo. c) Crecimiento: asociada al proceso de germinación de la semilla, La temperatura óptima oscila entre los 20 y 25 °C; se produce mejor en la oscuridad, en algunas variedades resulta inhibida por la luz. (SAGARPA, 2010).

2.6.6. Semilla

Tiene de 3 a 5 mm de diámetro y es discoidal y de color grisáceo; la superficie está cubierta por vellosidades, pequeñas escamas y restos de las células externas del tegumento, parcialmente gelificadas al producirse la madurez del fruto. En un gramo hay entre 300 y 350 semillas (Estrada, 2010).

La semilla del jitomate tiene forma lenticular con unas dimensiones aproximadas de 5 x 4 x 2 mm y está constituido por el embrión, el endospermo y la testa o cubierta seminal. El embrión, cuyo desarrollo dará lugar a la planta adulta, está constituido, a su vez, por la yema apical, dos cotiledones, el hipocotilo y la radícula. El endospermo contiene los elementos nutritivos necesarios para el desarrollo inicial del embrión (Nuez, 2001).

2.6.7. Raíz

La raíz de las plantas jóvenes de jitomate es pivotante, pero más tarde la ramificación es tan importante que es difícil distinguir la raíz principal de las secundarias. El sistema radicular del tomate puede llegar a una profundidad de más de 1.25 m, pero la mayoría de las raíces se sitúan en la capa superior del suelo (más del 70% en la zona de 0 hasta 20 cm y hasta el 95% en la zona de 0 hasta 50 cm de profundidad (Espina, 2009).

El sistema radical del jitomate está constituido por la raíz principal, las raíces secundarias y las raíces adventicias. Una sección transversal de la raíz principal pone de manifiesto la existencia de tres zonas claramente diferenciadas: la epidermis, el córtex y el cilindro central o vascular (Nuez, 2001).

2.6.8. Tallo

Eje con un grosor que oscila entre 2-4 cm en su base, sobre el que se van desarrollando hojas, tallos secundarios (ramificación simpoidal) e inflorescencias. Durante el primer período de desarrollo se mantiene erguido hasta que el propio peso lo recuesta sobre el suelo, y se vuelve decumbente. La longitud es de 50 cm en los cultivares enanos, y llega hasta los 2,5 m en los cultivares de crecimiento indeterminado (Espina, 2009).

Los tallos son ligeramente angulosos, semileñosos, de grosor mediano y con tricomas (pilosidades), simples y glandulares. Eje con un grosor que oscila entre 2-4 cm en su base, sobre el que se van desarrollando las hojas, tallos secundarios e

inflorescencias. En la parte distal se encuentra el meristemo apical, donde se inician los nuevos primordios foliares y florales (Hernán, 2009).

2.6.9. Hojas

Las dos hojas cotiledonales son fusiformes agudos, las dos primeras hojas verdaderas son simples y luego aparecen las compuestas (sentadas). Las hojas del tomate son pinnado-compuestas, una hoja típica de las plantas cultivadas tiene unos cinco centímetros de largo, algo menos de anchura, con un gran foliolo y hasta ocho grandes foliolos laterales que pueden a su vez, ser compuestos, las hojas están cubiertas de pelos del mismo tipo que los tallos (Estrada, 2010).

2.6.10. Flor

La flor del jitomate es perfecta. Consta de 5 o más sépalos, de igual número de pétalos de color amarillo dispuestos de forma helicoidal y de igual número de estambres que se alternan con los pétalos. Los estambres están soldados por las anteras y forman un cono estaminal que envuelve al gineceo y evitan la polinización cruzada. El ovario es bi o plurilocular. Las flores se agrupan en inflorescencias denominadas comúnmente como “racimos” (Figura 1). La primera flor se forma en la yema apical y las demás se disponen lateralmente por debajo de la primera, alrededor del eje principal. Las inflorescencias se desarrollan cada 2-3 hojas en las axilas (Valdepeña, 2016).



Figura 1. Flores de jitomate en la estructura típica del racimo. Cortesía de Solution Culture.

2.6.11. Fruto

El fruto es el producto comestible, es de tipo baya o plurilocular, que puede tener diferentes colores, formas y tamaños. El peso puede ser de pocos mg a 400 g o más. El color más generalizado es el rojo y la forma redondeada en los jitomates para consumo en fresco, y alargada en los industriales (Figura 2). Está constituido por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas unidas a la placenta y contenidas en una masa gelatinosa, más o menos densa, que se constituyen el contenido locular (Sañudo, 2013).



Figura 2. Fruto de jitomate. Cortesía de Zeraim Syngenta.

2.7. Propiedades nutricionales

Según Notario (2012), el consumo de estas hortalizas es una parte importante de la dieta humana ya que es un alimento muy versátil, con formas de consumo variadas. Altas ingestas de este producto están estrechamente relacionadas con un impacto benéfico en la salud, ya que es capaz de reducir riesgos de padecer enfermedades cardiovasculares y diferentes tipos de cáncer a su alto contenido de antioxidantes (licopeno, ácido ascórbico y compuestos fenólicos), los principales componentes del jitomate se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Principal componente de un fruto de tomate (Nuez, 2001).

Componentes	Peso fresco (%)
Materia seca	6.50
Carbohidratos totales	4.70
Grasas	0.15
N Proteico	0.40
Azucares	3.00
Sacarosa	0.10
Ácido málico	0.10
Ácido cítrico	0.20
Fibra	0.50
Vitamina C	0.52
Potasio	0.25

2.8. Clasificación del fruto por su madurez y color

SAGARPA (2010), menciona que existen tres maneras de clasificar el jitomate, según su forma, madurez y color. Los jitomates se clasifican por su grado de madurez, el número de días entre que es plantado y su cosecha. De madurez temprana se cosechan a los 55-65 días. De mediana maduración se consideran de 66 a 80 días, los de mayor maduración requieren más de 80 días; De la misma manera, pueden clasificarse en función de su color. Existen verde lima, rosa, amarillo, dorado, naranja y rojo.

2.9. Principales variedades de jitomate

Según Notario (2012), Las principales variedades producidas en México son: bola, Saladette, cherry y rio grande, siendo la variedad Saladette la que el año 2010 se ubicó en primer lugar de acuerdo a su producción (1.060.084 ton) y valor de producción (5.313.640 miles de pesos), el jitomate bola se caracteriza por su forma redonda y un peso promedio 70 y 100 g, el Saladette se caracteriza por tener tres locus y una forma larga alongada y un color rojo brillante, el cherry es la variedad

más pequeña, es de color rojo y de sabor muy dulce peso promedio de 10 y 20 g. las principales variedades de jitomates producidas en México en el año 2010 se encuentra en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Volumen de producción en las principales variedades de jitomate producidas en México en el año 2010. (Notario, 2012).

Tipo/variedad	Producción (ton)	Valor producción (miles de pesos)
Bola	191,606	1,058,233
Bola invernadero	38,520	251,048
Bola malla sombra	90,655	564,548
Cherry	33,330	244,047
Cherry orgánico	13,087	146,814
Rio grande	3,541	17,107
Saladette	1,060,084	5,313,640
Saladette invernadero	3,360	26,880
Saladette malla sombra	32,153	168,777

2.10. Requerimientos climáticos del cultivo

En el manejo racional de los factores climáticos es fundamental en el funcionamiento adecuado del cultivo. El tomate es una especie de estación cálida razonablemente tolerante al calor y a la sequía y sensible a las heladas. Es menos exigente en temperatura que la berenjena y el pimiento. Aunque se produce en una amplia gama de condiciones de clima y suelo, prospera mejor en climas secos con temperaturas moderadas (Hernán, 2009).

2.10.1. Radiación

El jitomate es un cultivo insensible al fotoperiodo, entre 8 y 16 horas, aunque requiere buena iluminación. Iluminaciones limitadas, al reducir la fotosíntesis neta, implica mayor competencia por los productos asimilados, con incidencia en el

desarrollo y producción; valores de radiación total diaria en torno a 0.85 MJ/m² son los umbrales considerados mínimos para la floración y cuajado (Hernán, 2009).

2.10.2. Temperatura

El jitomate es una planta termoperiódica, creciendo mejor con temperaturas variable que consta que varía con la edad de la planta, diferencias térmicas noche/día de 6 a 7 °C son óptimas. Durante la fase de crecimiento vegetativo una temperatura alta (25 °C) favorece el crecimiento foliar, a expensas del ápice (Jasso, 2012).

2.10.3. Humedad relativa.

La humedad relativa oscila entre un 60 y 80%. Luminosidad: Niveles de radiación diaria alrededor de 0.85 MJ (MegaJoules) por metro cuadrado, son los mínimos para la floración y cuajado. Las humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y el agrietamiento del fruto y dificultan la fecundación, debido a que el polen se compacta, abortando parte de las flores (SAGARPA, 2010).

2.10.4. Ventilación

La ventilación es un aspecto fundamental en la producción de cultivos protegidos, ya que facilita la entrada de aire fresco y elimina el aire caliente que se acumula dentro de la malla sombra, también ayuda a renovar los niveles de oxigenación por lo que es indispensable que la orientación de la malla sombra

permita buena circulación del aire con el objeto de renovar el que se encuentra en el interior y bajar la humedad relativa para evitar problemas de enfermedades (SAGARPA, 2010).

2.11. Requerimientos de ambiente, suelo y agua en tomate

2.11.1. Clima

El jitomate es una especie de estación cálida razonablemente tolerante al calor y a la sequía y sensible a las heladas. Es menos exigente en temperatura que la berenjena y el pimiento. La temperatura media mensual óptima para su desarrollo varía entre 21 y 24°C, aunque se puede producir entre los 18 y 25°C. Cuando la temperatura media mensual sobrepasa los 27°C, las plantas de tomate no prosperan (Hernán, 2009).

2.11.2. Suelo

Aunque el jitomate puede producirse en una amplia gama de condiciones de suelos, los mejores resultados se obtienen en suelos profundos (1 m o más), de texturas medias, permeables y sin impedimentos físicos en el perfil. Suelos con temperaturas entre los 15 y 25°C favorecen un óptimo establecimiento del cultivo después del trasplante. El pH debe estar entre 5.5 y 6.8 (SAGARPA, 2012).

2.11.3. Riego

El riego se planea para mantener la humedad y se debe evitar el encharcamiento en todo momento durante el crecimiento del cultivo. La frecuencia de riego depende del tipo de suelo, la estación y variedad, durante la estación de lluvias el riego no es necesario, un riego de invierno puede necesitar un riego cada 2 o 3 semanas, mientras el riego de verano puede necesitar uno cada semana (Salunkhe, 2004).

2.12. Manejo del cultivo

2.12.1. Siembra de semillero

En la producción de hortalizas existe la tendencia a adquirir las plántulas donde productores especializados en propagación, con un costo muy similar al que tendría el cultivador si produjera sus propios semilleros, En el caso de producir sus propias plántulas, es importante recordar que el semillero es el lugar de inicio de la vida productiva y reproductiva de una planta. Las condiciones óptimas de luz, temperatura, fertilidad y humedad, a fin de obtener la mejor emergencia durante sus primeros estados de desarrollo, hasta el trasplante al campo (FAO, 2013).

2.12.2. Trasplante

Es el paso de las plántulas del semillero al sitio definitivo el cual se realiza aproximadamente entre 30 y 35 días después de sembrado el semillero, de acuerdo a la calidad y el vigor de la planta, para lo cual es necesario tener en cuenta algunas

consideraciones que se describen a continuación: Realizar el trasplante en horas de la mañana (con menos sol). Las plantas listas para el trasplante deben tener un sistema de raíces bien desarrollado que permita contener el sustrato (FAO, 2013).

2.12.3. Tutorado de tomate

Disagro (2004), indica que el tutoreo o tutorado se persigue dirigir el crecimiento de la planta y evitar el daño a los frutos y follaje. Cuando la planta alcanza sus primeros 0.20 a 0.25 m se entiende la primera hilera de guías de rafia; se emplea otras hileras de rafia cada 0.20 a 0.25 m.

2.12.4. Podas

La importancia de la poda radica en que en ocasiones un crecimiento rápido de algún órgano puede competir con las hojas por nutrimentos que fácilmente se pueden translocar, lo que provoca senescencia foliar y reducción en su capacidad fotosintética. El crecimiento resultante de una poda es bastante rápido porque se altera, temporalmente, la relación raíz/parte aérea. Además, la remoción de follaje y ramas reduce la cantidad de carbohidratos almacenados y, lo que es aún más importante, reduce el área foliar disponible para su producción (Ponce-Peña *et al.*, 2012).

2.12.5. Polinización

Polinización es el proceso por el cual una flor queda fecundada. Para que este proceso ocurra debe pasar el polen del estambre al estigma, es decir, de la parte masculina a la parte femenina de las flores. Para que una fecundación sea apropiada, debe haber condiciones de clima adecuadas; de lo contrario la fecundación quedaría total o parcialmente afectada (Valerio, 2012).

2.12.6. Fertilización

La fertilización constituye una de las prácticas de manejo indispensables para la explotación sostenible de culturas. Plantea que las dosis de N, P₂O₅ y K₂O que se utilizan en el cultivo protegido del jitomate son superiores en 180, 270 y 192%, respectivamente, con relación al tomate a campo abierto, debido a que se obtienen rendimientos más altos, y las dosis varían entre 275 y 750 kg ha⁻¹ N, 120 y 400 kg ha⁻¹ de P₂O₅ y 430 y 1.200 kg ha⁻¹ K₂O. calcularon que, para producir una tonelada de fruto, el jitomate necesita de 32.7 kg N, 4.2 kg P, 57.8 kg K, 36.3 kg Ca y 4.4 kg Mg (Hernández *et al.*, 2009).

2.13. Comercio internacional

La producción de jitomate en el 2008 se distribuyó de la siguiente manera: China fue el principal productor de jitomate en el mundo, con una participación de 36%. Le sigue Estados Unidos con 14%; Turquía, 12%; India, 11%; mientras que

México ocupó el doceavo lugar, con 3% de participación en la producción (SAGARPA, 2010). Durante 2008, Alemania lideró las importaciones mundiales, EE.UU. quedó en segundo lugar, aunque por un estrecho margen de diferencia, apenas 0.1%. Continúan en la lista Reino Unido, Francia y Rusia con 11%, 8% y 8%, respectivamente. Destaca los 7 países europeos que aparecen dentro de los 10 principales importadores de jitomate a nivel mundial (SAGARPA, 2010).

Entorno nacional Durante 2008, se produjeron en todo México 2.26 millones de toneladas de jitomate, siendo el principal productor el estado de Sinaloa, cuya producción representó el 35% del total nacional, monto 3.8 veces mayor al producido por el segundo lugar, Baja California, con 9%. Siguen en la lista los estados de Michoacán, San Luis Potosí y Jalisco con 8%, 6% y 5%, respectivamente. Regionalmente, a todo lo largo del territorio nacional se distribuye la producción de jitomate, sin embargo, la zona productora de mayor importancia es la noroeste (SAGARPA, 2010).

De acuerdo con información del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), la producción de tomate rojo en México creció a una tasa promedio anual de 3.3 por ciento entre 2005 y 2015, para ubicarse en un volumen máximo histórico de 3.1 millones de toneladas (FIRA, 2016).

2.14. Importancia económica del tomate a nivel mundial

El jitomate es uno de los productos básicos de mayor valor producción a nivel mundial, ocupado en el año 2010, el décimo lugar con un valor de 53.270.325 USD y 145.751.507 ton producidas (Notario *et al*, 2012).

Unas de las hortalizas más consumidas a nivel mundial, la cual posee mayor valor económico, sin duda alguna, es el jitomate y no es ajeno para nadie que su demanda aumenta ya que continuamente y por lógica su cultivo, producción y comercio. El incremento anual de la producción en los últimos años se debe principalmente al aumento en el rendimiento y en menor proporción al aumento de la superficie cultivadas (Ríos, 2012).

En 2013, la producción mundial de jitomate se ubicó en un máximo histórico de 163.96 millones de toneladas. La tasa promedio anual de crecimiento de la producción mundial, entre 2003 y 2013, fue de 3.2 por ciento. Lo anterior, impulsado tanto por aumentos en la superficie cosechada, como por incrementos en la productividad promedio (FIRA, 2016).

2.15. Producción de tomate en México

México se encuentra en el décimo lugar a nivel mundial en la producción de jitomate, sin embargo, ocupa el primer lugar en exportación del fruto según datos de la SAGARPA (2011); su principal mercado es Norteamérica (Estados Unidos y Canadá) con 95%. Los estados con mayor aportación son Sinaloa, Baja California, Michoacán, Zacatecas y Jalisco, juntos totalizan 68% de la producción nacional (Ruiz *et al.*, 2012).

En México, el jitomate es una de las principales hortalizas de exportación que se cultiva principalmente en grandes extensiones de los estados del Noroeste y Occidente, con rendimientos promedio superiores a las 40 ton/ha. Anualmente se siembran más de 52 mil hectáreas y se producen dos millones de toneladas

Contradictoriamente, en los estados de mayor producción y exportación de jitomate no se encuentra la mayor diversidad genética del cultivo, la que se concentra en el Centro y el Sureste (Ríos *et al.*, 2014).

México se considera como el principal proveedor de jitomate de estados unidos, siendo el valor de las exportaciones a ese país casi 2 millones de dólares. Lo que genera alrededor de 350 mil empleos en México (Espinoza *et al.*, 2012).

Como consigna FIRA (2016), la producción de jitomate en México creció a una tasa promedio anual de 3.3 por ciento entre 2005 y 2015, para ubicarse en 3.1 millones de toneladas. Durante ese período, la superficie total destinada a este cultivo disminuyó a una tasa promedio anual de 3.8 por ciento. En 1980 se sembraron 85.500 hectáreas, en 2000 se sembró un área de 75.900 hectáreas y en 2015 se sembraron 50.596 hectáreas. La tendencia a la baja en la superficie sembrada se deriva del decremento en la superficie cultivada a cielo abierto.

2.16. Importancia del tomate a nivel regional

La superficie de tomate cultivada a nivel regional ha fluctuado de los años, consignado durante el ciclo 2014 una superficie total de aproximadamente 756 ha, con una producción total de 69.799 ton dando una ganancia de 433.718.000 (SAGARPA, 2014).

Según Fundación Produce Coahuila (2011), el desarrollo de los productos hortícolas en el estado se ha visto que ha tendido a las especializaciones sobre contrato para sus compradores, El jitomate rojo se ha incrementado en los últimos años en la región sureste del estado, así como el tomate está empezando a figurar

en la parte de la comarca lagunera y el sureste del estado, la estadística para jitomate en el 2007 suman un valor de la producción de 226.911.65 miles de pesos, para chile verde 48.151.32 miles de pesos, seguido de la sandía, la cebolla y la zanahoria. En cuanto a la Superficie cosechada el cultivo de hortalizas más cosechado en el estado es el jitomate rojo con 1.205.95 Ha, de ahí la sandía con 862 Ha.

2.17. Producción en la Comarca Lagunera

En el año 2011 se cosecharon 984 ha de jitomate las cuales 743 (75%) se cultivaron en el cielo abierto y 241 (25%) en invernadero/malla sombra y una producción de 56, 813 ton de las cuales el sistema predominante fue en campo abierto. Los municipios que más aportan en superficie de tomate en la región; destacan San Pedro De Las Colonias, Francisco I. Madero, Tlahualilo, Matamoros y Viesca con superficie de entre 150 y 250 ha (Espinoza *et al.*, 2012).

2.18. Agricultura protegida

La agricultura protegida (AP) es un sistema de producción realizado bajo diversas estructuras, para proteger cultivos, al minimizar las restricciones y efectos que imponen los fenómenos climáticos (Moreno *et al.*, 2011). Se define la horticultura protegida como el sistema de producción que permite modificar el ambiente natural en el que se desarrollan los cultivos hortícolas, con el propósito de alcanzar un crecimiento óptimo y con ello, un alto rendimiento (Castellano, 2009).

La utilización de mallas plásticas para sombrear o como pantallas termorreflectoras es una técnica de control de la temperatura cada vez más extendida en la horticultura protegida, con la cual se busca disminuir la intensidad de la radiación, para evitar altas de temperatura durante los períodos cálidos (Anaya-Tafoya *et al.*, 2011).

La agricultura protegida (AP) es un sistema de producción realizado bajo diversas estructuras, para proteger cultivos, al minimizar las restricciones y efectos que imponen los fenómenos climáticos. La agricultura, por su naturaleza, se encuentra asociada al riesgo, de ahí que este sistema tenga como característica básica la protección contra los riesgos inherentes a esta actividad. Los riesgos pueden ser: climatológicos, económicos (rentabilidad, mercado) o de limitaciones de recursos productivos (agua o de superficie). Adicionalmente, se establece que la AP ha modificado las formas de producir alimentos y genera múltiples ventajas para los productores (Moreno *et al.*, 2011).

2.19. Casa sombra o malla sombra

La agricultura protegida (malla sombra e invernadero) pasó de 395 a 13.747 hectáreas en el período mencionado, es decir, creció a una tasa promedio anual de 42.6 por ciento. El cultivo en agricultura protegida se concentra en Sinaloa, Baja California y Jalisco, aunque también ha adquirido mayor importancia en otras entidades como Colima, Estado de México, Hidalgo, Michoacán, Querétaro, San Luis Potosí, Sonora y Zacatecas (FIRA, 2016).

Actualmente la agricultura, además de la producción a campo abierto, se practica en una amplia variedad de ambientes modificados, entre los que destacan los invernaderos con o sin control ambiental con cultivos en sistemas hidropónicos, sustratos inertes o en suelo, mismos que representan un ejemplo de ecosistemas artificiales para desarrollar la agricultura intensiva (López *et al.*, 2011).

Datos de FIRA (2016), el volumen de jitomate obtenido en condiciones de agricultura protegida ha ido aumentando. Así, pasó del 1.9 por ciento en 2004, a 32.2 por ciento en 2010, y a 59.6 por ciento del volumen total en 2015.

La casa sombra y la malla sombra son dos elementos que se emplean para disminuir la cantidad de energía radiante que llega a los cultivos. Las mallas no sólo se utilizan como elemento de sombreo, sino que se emplean en las ventanas de los invernaderos con el objetivo de impedir la entrada de insectos y reducir el uso de pesticidas. Las mallas empleadas para cubrir completamente estructuras de invernaderos o estructuras tipo cobertizos, conocidas comercialmente como casas sombra, consisten en una tela tejida de plásticos con entramados de cuadros de diferentes tamaños que sirve como cubierta protectora que regula la cantidad de luz que llega a las plantas y proteger los efectos del granizo, insectos, aves y roedores (López *et al.*, 2011).

Según Jasso (2012), la tecnología de producción de jitomate en ambiente controlado abre amplios horizontes para la economía de los horticultores. Dentro de las ventajas que ofrece el uso de malla sombra se tienen las siguientes: disminución de hasta el 25% del agua requerida para el cultivo, reducción de la contaminación, menor tiempo a inicio de cosecha, rendimientos que superan hasta en 300% más a

los que se obtienen en condiciones de campo abierto y finalmente la obtención de alta calidad de las cosechas.

Datos de SAGARPA (2012), menciona que la Asociación Mexicana de Horticultura Protegida, A.C. (AMHPAC), considera que las principales ventajas y desventajas en la producción de jitomate son las siguientes:

2.19.1. Ventajas del uso de malla sombra

El uso de malla sombra representa muchas ventajas, entre las que se pueden destacar las siguientes:

- a) Precocidad en la obtención de frutos. Aumento en el rendimiento (3 a 4 veces más que en campo abierto).
- b) Calidad de las cosechas (frutos limpios, sanos y uniformes).
- c) Alta eficiencia en el uso del agua y de los fertilizantes. Posibilidades de acceder al mercado de exportación.
- d) Obtención de altas relaciones beneficio/costo.
- e) Generación de empleos. Mejor control de plagas y enfermedades.
- f) Posibilidad de obtener más de un ciclo de cultivo al año.

2.19.2. Desventajas del uso de malla sombra

En realidad, son pocas las desventajas que representa el establecimiento de cultivos con el uso de malla sombra, algunas de ellas son: el alto costo inicial, alto costo de operación y se requiere personal especializado, de experiencia práctica y conocimientos teóricos en su uso y manejo.

2.20. Híbridos de jitomate para producción en malla sombra

Según SAGARPA (2012), el tipo de jitomate a establecer dependerá del propósito de consumo, ya sea que su destino sea para consumo en fresco o bien para la industria. En condiciones de malla sombra el tipo roma o Saladette de hábito indeterminado.

Como consigna Pérez (1998), el jitomate promete ser una planta ideal para el estudio genético debido a su relativa biología reproductiva simple, facilidad de su cultivo y la riqueza de su variación genética, tanto en las especies cultivadas como en las silvestres.

2.21. Características del híbrido de tomate en evaluación

El cultivar Sahel tipo Saladette es un híbrido indeterminado con una planta robusta que produce altos rendimientos. Los frutos muy uniformes de buena calidad, de hombros suaves, brillo y firmeza durante toda la temporada, aún en condiciones adversas. Con respecto al Fruto extra grande a grande son de maduración intermedia, ideal para el mercado nacional y de exportación. Presenta alta resistencia: a *Fusarium oxisporum* f.sp. *lycopersici* raza 1 y 2, *Fusarium oxisporum* f.sp. *rdicislycopersici*, *Tomato Mosaic Virus*, *Verticillium razas 1 y 2*, *Stemphylium* y *Nematodos* (Jasso, 2012).

2.22. Principales plagas del tomate

Según Fierro (2008), argumenta que entre las principales plagas que afectan el cultivo de jitomate destacan los insectos chupadores, que se alimentan de la sabia

debilitando la planta y provocando su muerte; además de que pueden transmitir enfermedades (virosis), para el cultivo de tomate, a campo abierto y malla sombra pueden presentar las siguientes plagas, que sin un combate adecuado se puede generar daños severos sobre este cultivo.

2.22.1. Araña Roja Común (*Tetranychus urticae*)

De la familia tetranychidae, es una de las muchas especies de ácaros *Tetranychus urticae* es la especie más polífaga (es decir, se alimenta de un abanico de especies vegetales) y es, por lo tanto, una plaga importante en cultivos tanto ornamentales como para consumo en todo el mundo. *T. urticae* pasa por cinco estadios en su desarrollo, son redondeados con un diámetro de 0.14 mm y transparentes al momento de su eclosión. Sus principales daños tanto como ninfas y adultos pueden causar daños en la planta hospedante al alimentarse del tejido vegetal y la savia lo más frecuente que aparezcan en el envés de la hoja, donde los ácaros perforan las células y succionan su contenido. Estas células cuando mueren se vuelven de color amarilla y finalmente las plantas mueren (Malais *et al.*, 2016).

2.22.2. Mosca blanca del tabaco (*Bemisia tabaci*)

Malais *et al.* (2016), argumenta que *Bemisia tabaci* al igual que la mosca de los invernaderos, pertenece a la familia Aleyrodidae y a la subfamilia Aleyrodinae. Este insecto se descubrió por primera vez en Grecia en 1889. *Bemisia tabaci* tiene una amplia gama de plantas hospedantes y ha afectado a un gran número de cultivos en todo el mundo, es particularmente dañina en las regiones tropicales y subtropicales. La hembra adulta tiene una longitud ligeramente superior (1 mm), y el

de los machos es ligeramente inferior a (1mm), las larvas de primer estadio presentan un color transparente y longitud aproximadamente 0.3 mm en este estadio las larvas poseen patas y antenas y comienzan a alimentarse, su principal efecto que produce *B. tabaci* al consumir la sabia de la planta y excretar melaza incluye la maduración irregular del tomate, el amarillamiento de los tallos otros síntomas son manchas cloróticas y caída de frutos *B. Tabaci* es un formidable y muy temido vector de virosis transmitiendo más de 25 virus y mucho más patógenos. Características principales de mosquita blanca (*B. tabaci*) en el manejo de tres cultivos cuadro 3.

Cuadro 3. Características en la población de mosquita blanca (*B. tabaci*) en tres cultivos (Malais *et al.*, 2016).

	berenjena	tomate	Pepino
Duración del desarrollo huevo-adulto (días)	17,3	18,0	19,3
Longevidad (hembra)	24,0	20,6	9,9
Mortalidad huevo-adulto (%)	11,3	39,8	53,6
Fecundidad (número de huevos por hembra)	224	168	66

2.22.3 Trips (*Frankliniella occidentalis*).

Se trata de insectos pequeños de la Familia Thripidae, de cuerpo alargado, con alas típicamente plumosas y aparato bucal raspador muy activos. Es una plaga que ataca desde la emergencia hasta fructificación, siendo un serio problema se establece en siembras tempranas, lo que provoca un lento desarrollo. Los adultos invernantes pasan de las malas hierbas al cultivo principalmente por las orillas. Las hembras fecundadas insertan sus huevecillos en los tejidos tiernos de la planta. Otro daño es que puede transmitir virus en hortalizas de tomate. Los adultos, al picar, absorben partículas virales y cuando pican en otra planta, las inyectan junto a la saliva que emite antes de succionar (Ríos, 2012).

2.22.4. Pulgón (Aphididae)

Los pulgones se alimentan de la savia de las plantas, lo que unido a su enorme capacidad reproductiva, hace que muchas especies de pulgones causen serios daños en una amplia variedad de cultivos. Las ninfas y los adultos extraen savia de la planta y alteran el balance de las hormonas de desarrollo, como resultado el crecimiento de la planta se retrasa, dando lugar a hojas deformes o incluso si la infestación tiene lugar al inicio del ciclo, la muerte de las plantas jóvenes. El retraso en el desarrollo y la defoliación reduce la cosecha, la saliva de los pulgones induce reacciones “alérgicas” tales como mal formación en los puntos de crecimiento (Malais *et al.*, 2016). Características principales entre los pulgones (Aphididae) alados y ápteros cuadro 4.

Cuadro 4. Diferencias entre los pulgones (Aphididae) alados y ápteros. (Malais *et al.*, 2016).

Características	Alado	Ápteros
Alas	Presentes	Ausentes
Antenas	Largas	Cortas
Pigmentación	Abundante (negra)	Escasa
Periodo larvario	Largo	Corto
Periodo reproductivo	Largo	Corto
Tolerancia al hambre	Alta	Bajo
Longevidad	Alta	Corta

2.22.5. Paratrioza (*Bactericera cockerelli* Sulc.)

La paratrioza es un insecto picador chupador de savia, que pertenece al orden Hemiptera. En México se reportó por primera vez en 1974 en los estados de Durango, Tamaulipas, y Michoacán; pero se presenta en todos los estados del país, atacando cultivos de tomate, papa, chile, pimiento y tomatillo (Castellanos, 2009).

La paratrioza o pulgón saltador (*Bactericera cockerelli* Sulc.) es una plaga que se alimenta de la savia de las plantas hospederas, ocasionando dos tipos de daños: Daño directo: Es provocado por la inyección de una toxina, la cual es transmitida únicamente por las ninfas. Esta toxina ocasiona que las plantas se vean amarillentas y raquílicas, afectando el rendimiento y la calidad de frutos. Daño indirecto: El huevecillo es pedicelado de forma oval color naranja y pequeño y mide 0.4 x 0.2 mm, la ninfa pasa por 5 estadios y la duración de cada uno es variable, la ninfa de primero es de color naranja. El adulto mide 2.75 x 0.8 mm, incluyendo las alas, recién emergido es de color verde translucido (SAGARPA, 2014). En el Cuadro 5 se pueden observar los estados y estadios por los que atraviesa *B. cockerelli* durante su ciclo de vida.

Cuadro 5. Duración del ciclo biológico de la paratrioza (SAGARPA, 2014).

Estado/estadio	Días
Huevo a ninfa 1	5.50
Ninfa 1 a ninfa 2	4.10
Ninfa 2 a ninfa 3	3.60
Ninfa 3 a ninfa 4	4.10
Ninfa 4 a ninfa 5	3.60
Ninfa 5 a adulto	6.10
Total	27

2.23. Principales enfermedades

2.23.1. Enfermedades causadas por bacterias

Cancro bacteriano (*Clavibacter michiganensis*) es el marchitamiento sistémico de la planta, seguido de muerte, podredumbre blanda (*Erwinia caratovora*) oscurecimiento externo del tallo, hojas se vuelven amarillas y se marchitan. Damping-off (*Phytophthora spp*), pre-emergencia muerte de semilla, pos-emergencia.

Pudrición en la base del tallo. Tizón tardío (*Phytophthora infestans*), en las hojas aparecen manchas acuosas de color marrón grisáceo (Obregón, 2014).

2.24. Cosecha

La cosecha del jitomate se debe realizar en el momento más adecuado, según el cultivar, la cercanía o no a mercados comercializadores o consumidores. Como norma general, se puede considerar que las hortalizas de fruto como el tomate deben cosecharse en estado verde maduro o pintón para los mercados más lejanos, y estado de color maduro para los más cercanos a los centros de producción (Alarcón, 2013).

2.25. Clasificación de frutos

Esta norma describe el producto y lo clasifica de acuerdo a su calibre y homogeneidad, por lo que establece criterios de calidad y tolerancia para defectos. La Norma Mexicana para productos alimenticios no industrializados para consumo humano para jitomate, NMX-FF-031-197-SCFI, establece la clasificación de acuerdo a los grados de calidad del fruto. Para ello, se toma en cuenta forma, textura, coloración, maduración y conservación del producto. Existen tres categorías según la calidad del fruto: Extra, Primera y Segunda. Por su parte, la norma comunitaria distingue cuatro tipos: redondos lisos, asurcados, oblongos o alargados y finalmente, cherry y cocktail (SAGARPA, 2010).

2.26. Poscosecha

La creciente demanda de alimentos que se adapten al ritmo de vida actual está generando un rápido desarrollo de nuevos sistemas de procesado, envasado y presentación de alimentos para dar una respuesta efectiva a dicha demanda, garantizando al máximo la calidad y seguridad de los comestibles. Sin embargo, todavía son numerosas las pérdidas generadas por el deterioro de los mismos, principalmente en lo que se refiere a frutas y hortalizas durante el período de poscosecha. Una de las formas de disminuir o prevenir estas pérdidas, en ciertos alimentos frescos o procesados, es mediante el desarrollo de películas y/o recubrimientos comestibles que permitan incrementar la preservación del deterioro debido a factores bióticos y abióticos (Ramos, 2014).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización del área de estudio

La región de la Comarca Lagunera se ubica al norte del país en los estados de Coahuila y Durango. Localización geográfica de la región de la Comarca Lagunera (Figura 3).



Figura 3. Localización geográfica de la región de la Comarca Lagunera.

Torreón Coahuila Se encuentra entre los Meridianos $102^{\circ}22'$ y $104^{\circ}47'$ de Longitud Oeste, y los paralelos $24^{\circ}22'$ y $26^{\circ}23'$ Latitud Norte). La altura media sobre el nivel del mar es de 1,139 metros (Punisher, 2010) (Figura 4).



Figura 4. Localización de la región de la Comarca Lagunera

3.2. Localización del Sitio experimental

El trabajo experimental se estableció en el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro – Unidad Laguna, en Torreón, Coahuila, durante el ciclo agrícola primavera-verano 2015.

3.3. Construcción del área para el experimento

En la construcción de la casa sombra se utilizó una estructura con postes de madera y malla antiáfidos 9 m de largo por 3 m de ancho, y 2.5 m de altura. La casa sombra fue una estructura sencilla sin ventanas y con una puerta principal de entrada.

3.4. Híbrido a evaluar

El material genético utilizado en el experimento fue el híbrido de jitomate Sahel, de crecimiento indeterminado y el tipo de fruto es un Saladette, susceptible al Virus del Rizado del Amarillo del Tomate (TYLCV).

3.4.1. Siembra en semillero

La siembra de las semillas de tomate se realizó el 08 de febrero del año 2015, en charolas de polietileno de 200 cavidades, las cuales se rellenaron con Peat Moss y vermiculita en una relación (1:1), colocando dos semillas por orificio, las charolas

se cubrieron en su totalidad con plástico negro hasta la germinación y se realizó riegos al semillero con agua destilada cada tercer día.

3.4.2. Preparación del terreno

La preparación del terreno se realizó el 17 de febrero del año 2015 realizando un subsuelo con el fin de romper la parte dura del suelo a una profundidad de 60 cm. Después se realizó un paso de arado de discos a una profundidad de 40 cm esto con el fin de voltear el suelo y exponerlas a la intemperie, se dio un descanso al suelo durante dos semanas, después realizaron dos pasos de rastra, con la finalidad de mullir. Formar una capa de suelo suave para favorecer el establecimiento y el desarrollo de la planta. Las camas de siembra establecieron a 1.80 m de ancho.

3.4.3. Trasplante

El trasplante se realizó el 09 de abril de año 2015 en camas meloneras construidas a 1.80 de separación. Al momento del trasplante las plantas contaban con 6 semanas de edad y un promedio de 20 cm de altura y con cinco hojas verdaderas. Antes del trasplante se le aplico un riego pesado a las charolas con el fin de saturar el cepellón y hacer más fácil el manejo de las plantas. Enseguida se dio un baño a la raíz con el insecticida químico plenum® 2.5 gr/L para prevenir enfermedades fungosas. Después del trasplante se aplicó un riego pesado al terreno con el fin de saturar el suelo y tener suficiente humedad. Al momento del trasplante los surcos de riego permanecieron inundados para lograr un acondicionamiento de la

planta. Las plantas fueron colocadas en las orillas de las camas en tres bolillos a una distancia de 20 cm entre planta para obtener densidad de 5 plantas m².

3.4.4. Colocación de estacas

Para el sistema de soporte que permitiera guiar el desarrollo de la planta se colocaron postes de madera de 2.5 metros de altura a cada 3 metros de distancia, a los cuales se les intercalaron estacas de madera de 2 m a cada 3 metros de distancia para reforzar el soporte de las plantas. En la parte superior de las estacas se colocó alambre galvanizado de calibre 16 con fin de dar soporte a la estructura de la malla sombras y conducir las guías de las plantas de forma erecta.

3.4.5. Tutorado

Esta actividad se realizó de manera manual y consistió en la colocación de rafia en cada planta y sujetándola al tallo por debajo de la primera hoja verdadera, se enredó a la planta pasándolo por debajo de cada entrenudo hasta llegar al brote terminal, se amarro al alambre, para dar soporte a la planta.

Las plantas fueron guiadas a un solo tallo sostenido cada planta, con la finalidad de mantener la planta erguida y con ello poder evitar que las hojas y frutos tuviesen contacto con el suelo.

3.4.6. Riegos

Se aplicaron 25 riegos totales por sistemas de riego por goteo con cintillas de (calibre 6000) con intervalos de riego de dos veces por semana, desde la plantación

hasta el final de la cosecha para tener una buena humedad. Las láminas de riego fueron 3.14 mm.

3.4.7. Poda

Esta actividad se realizó, eliminando los brotes axilares constantemente, y se cortaron cuando tenían de 1 a 3 cm de longitud. La eliminación de hojas viejas y dañadas. Se realizó con la finalidad de tener en la planta mejor condición de aireación, mayor captación de luz para un desarrollo aireación y mejor captación de luz para un excelente desarrollo, además evitar que las hojas viejas sean hospederos de plagas. Esta labor cultural se realizó semanalmente.

3.5. Control de plagas

Algunas plagas se presentaron a los 40 ddt cuando las plantas tenían 40 cm de altura. Se encontró incidencias de mosquita blanca y algunos insectos de paratrypa. Los muestreos se realizaban frecuentemente (cada semana). Los principales insecticidas orgánicos para el control de plagas en el cultivo de tomate cuadro 6.

Cuadro 6. Insecticidas orgánicos utilizados para el control de insectos plagas en el cultivo de tomate.

Productos	Form/conc.	Ingrediente activo	Dosis de aplicación
Pestilao	25 CE	Aceite de Neem	5.0 ml/L ⁻¹
Jabón de Neem	1.5% de Azadiractina	Aceite de Neem	2.5 gr/L ⁻¹

3.6. Control de enfermedades

No se encontraron plantas enfermas en el cultivo, sin embargo, a los 80 ddt se observaron algunas plantas con el virus permanente del tomate (PT). El control que se realizó fue de forma manual, quitando las plantas dañadas, las cuales se empaquetaban en bolsas de plástico y se desechaban.

3.7. Deficiencias de minerales

Algunas deficiencias encontradas en el experimento fue la falta de Calcio (Ca). Uno de los principales problemas en la producción de tomate, en campo abierto o en invernadero, es la pudrición apical de la fruta asociada con la deficiencia de Calcio (Ca).

3.8. Polinización

Además del trabajo realizado por las abejas que poliniza de forma libre, se realizó de forma manual, agitando mecánicamente las plantas por medio de la rafia del tutoreo, Esta actividad se realizaba en la malla sombra de las 10:00 hrs a las 11:00 hrs. Ya que en estas horas coinciden la luminosidad, la temperatura y la humedad relativa. Considerándose como óptimo donde el polen está disponible y viable para una buena polinización.

3.9. Control de malezas

Esta actividad para el control de malezas se realizó de forma manual utilizando un azadón y machete una vez por semana desde el trasplante hasta la cosecha. Evitando con ello la competencia entre malezas y cultivo, por los elementos nutritivos, agua, espacio, luz, y como hospederos de plagas.

3.10. Aporque al cultivo

El aporque en plantas de jitomate se realizó de forma manual con azadón el aporcado consiste en recoger tierra en el entorno de la planta y arrimarla junto a ella. Esta actividad se realizó cuando la planta alcanzo los 40 cm de altura. Se realizaron frecuentemente.

3.11. Cosecha

La cosecha se inició a los 69 ddt cuando los frutos de jitomate presentaron un color rojo pálido o marrón los frutos fueron separados en categorías de rezaga, Small, mediano y largo.

3.12. Categorías rezaga

Fueron todos aquellos jitomates que presentaban algún desorden fisiológico y un tamaño pequeño.

3.13. Categoría small

Son los frutos que presentaron un mayor tamaño en su forma y una consistencia excelente.

3.14. Categoría mediano

Este jitomate es el más considerado en la producción y para la venta a nivel nacional o internacional su tamaño es más uniforme y un peso que oscila en los 230 gr por fruto.

3.15. Categoría largo

Estos frutos son de tamaño largo y son uniformes tiene un peso promedio de 300 gr y su demanda es muy baja para la exportación para el nivel comercial, nacional.

3.16. Tratamientos de estudio

Se evaluaron cuatro tratamientos de estudio

T1. Casa sombra con control de insecto plaga.

T2. Casa sombra sin control de insecto plaga

T3. Campo abierto con control de insecto plaga.

T4. Campo abierto sin control de insecto plaga.

Los tratamientos se distribuyeron de la siguiente manera:

Bloque I	T1	T3	T2	T4
Bloque II	T4	T2	T3	T1
Bloque III	T2	T4	T1	T3
Bloque IV	T3	T1	T4	T2

3.17. Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental bloques completamente al Azar con cuatro tratamientos. Cada bloque fue conformado de cuatro camas de 10 metros de largo por 1.80 de ancho, teniendo en total de 160 plantas. Se establecieron dos hileras de plantas en forma de tres bolillos con una distancia de entre planta y planta de 20 cm.

3.18. Variables a evaluar

Se consideraron variables en la etapa vegetativa en la calidad del fruto y en la cosecha experimental y comercial

3.18.1. Etapa vegetativa (104 ddt)

Las variables a evaluar en la etapa vegetativa fueron.

3.18.2. Altura de planta

Esta variable se realizó cada semana tomando la altura de planta desde la corona de la raíz hasta la parte apical se utilizó una cinta métrica flexible de 3 metros.

3.18.3. Diámetro de tallo

El diámetro de tallo se realizó cada semana haciendo la medición de la base del tallo con la ayuda de un vernier o pie rey, obteniendo el dato en cm.

3.18.4. Número de hojas

Para el número de hojas en las primeras fases se contabilizaban total de hojas por planta.

3.19. Calidad del fruto

Para la calidad del fruto se evaluó, diámetro ecuatorial, diámetro polar y el contenido de sólidos solubles expresados en grados brix.

3.19.1. Diámetro ecuatorial

Para determinar el diámetro ecuatorial se colocó el jitomate en forma horizontal sobre el vernier o pie rey, tomando en cuenta el grosor del tomate expresado en (cm).

3.19.2. Diámetro polar

Para registrar el diámetro polar se colocó el jitomate en forma vertical sobre el vernier, tomando en cuenta el punto apical al pedúnculo del fruto expresado en (cm).

3.19.3. Contenido de sólidos solubles

El contenido de sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix), se determinó en frutos de cada cosecha, cortándolos y colocando dos gotas del jugo de cada fruto, sobre el cristal de lectura del refractómetro manual.

3.20. Cosecha experimental

Para la cosecha experimental se obtuvo el peso gr de cada fruto y el peso de los frutos por planta multiplicando por el total de plantas por m^2 . Tanto en las categorías de Rezaga, Small, Mediano y Largo.

3.21. Cosecha comercial

Esta se representó en $t\ ha^{-1}$ por cada uno de los tratamientos de estudio.

3.21.1. Categorías rezaga

Este tomate no se destina para exportación la mayor parte de rezagas se venden en tiendas locales principalmente. Estos jitomates se clasificaban por su tamaño se registró el peso de cada fruto y se clasificó como rezagas y se obtuvo las toneladas por hectárea.

3.21.2. Categoría small

Para esta variable categoría Small se contabilizaron el número de frutos se realizó su peso y calcular el rendimiento en toneladas por hectárea.

3.21.3. Categoría mediano

El jitomate considerado como mediano se pesó y clasifíco y se obtuvo el rendimiento comercial expresado en $t\ ha^{-1}$.

3.21.4. Categoría largo

Se contabilizaron todos los jitomates de tamaño largo y se realizó su respectivo peso a cada uno de los tratamientos a evaluar y saber su rendimiento total.

4. RESULTADOS

Después de analizar los datos con el software estadístico SAS 9.1, con una prueba de medias Tukey con una probabilidad de 0.05, se encontraron los siguientes resultados para cada una de las variables estudiadas.

4.1. Etapa vegetativa (104 ddt)

4.1.1. Altura de planta

Para esta variable los datos mostraron significancia estadística al 0.05% de probabilidad con una prueba de medias LSD ($P \leq 0.05$) en los tratamientos de estudio, (Anexo 1). Se encontró que el tratamiento (T1) que se refiere a Casa Sombra Con Control de Insectos resulto ser el mejor (Figura 5), Sin embargo, el tratamiento (T4), Cielo Abierto Sin Control de Insectos resulto ser el más malo. El coeficiente de variación fue de 3.30%. El tratamiento (T1) obtuvo una altura media de planta igual a 306.65 cm, por su parte el tratamiento (T4) con 198.72 cm, encontrado una diferencia de 107.93 cm, que representó un 54.31% de incremento para el tratamiento (T1), (Anexo 2). En los dos sistemas de producción Casa Sombra Con Control de Insectos y Casa Sombra Sin Control de Insectos se encontró una diferencia de 8.17% de incremento con respecto al tratamiento (T1) para la variable altura de planta respectivamente.

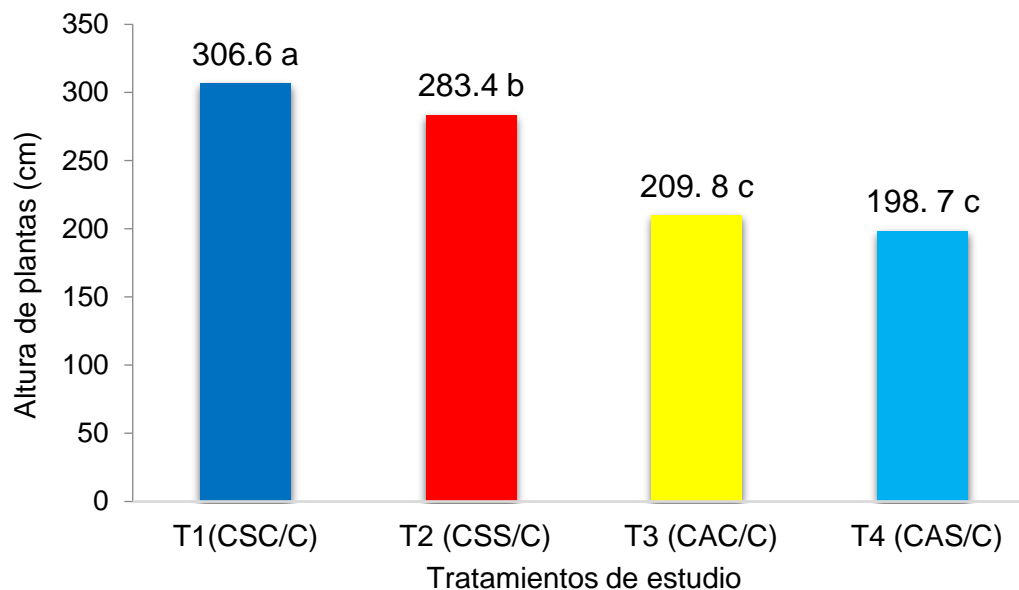


Figura 5. Medias para Altura de planta (cm), obtenida a los 104 ddt en los cuatro tratamientos de estudio.

4.1.2. Diámetro de tallo

En esta variable se encontró alta significancia en el análisis de varianza (Anexo 3), utilizando una prueba de medias LSD ($P \leq 0.05$) en los tratamientos de estudio, donde. Se encontró que el tratamiento (T1) Casa Sombra Con Control de Insectos resulto ser mejor (Figura 6). El coeficiente de variación fue de 1.17% el tratamiento (T1) obtuvo un diámetro de tallo igual a 2.64 cm y el tratamiento (T4) con 2.34 cm, encontrado una diferencia de 0.30 cm, que representó un 12.82% de incremento (Anexo 4). En los dos sistemas de producción Casa Sombra Con Control de Insectos (T1) y Casa Sombra Sin Control de Insectos (T2) se encontró un incrementó de 11.29% con respecto al engrosamiento del tallo.

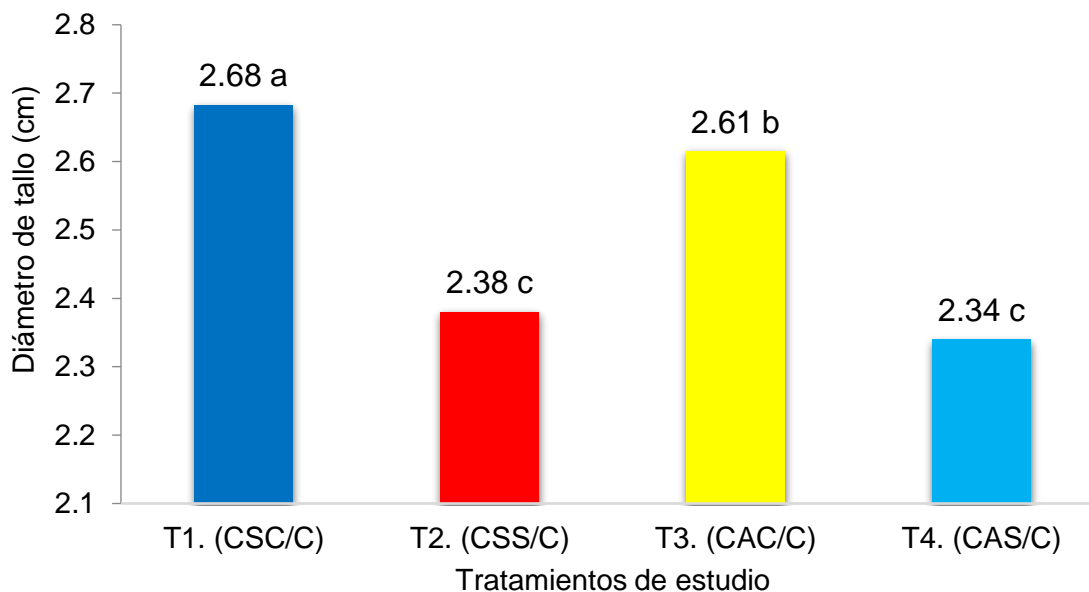


Figura 6. Medias para diámetro de tallo en (cm), obtenidas a los 104 ddt en los cuatro tratamientos de estudio.

4.1.3. Número de hoja

Se encontró alta significancia en esta variable según el análisis de varianza (Anexo 5), para los tratamientos de estudio, con pruebas de medias LSD ($P \leq 0.05$). Se encontró que el tratamiento (1) que refiere a Casa Sombra Con Control de Insectos resulto ser mejor (Figura 7), sin embargo, tratamiento (T4) Cielo Abierto Sin Control de Insectos resulto ser más malo. El coeficiente de variación fue de 1.31%. El tratamiento (T1) obtuvo un número de hoja igual a 10.8 y el tratamiento (T4) con 9.05 encontrando una diferencia de 1.75 hojas lo que representa un 19.09% de incremento en los dos tratamientos de estudio. (Anexo 6), para los dos sistemas de producción Casa Sombra con Control de Insectos y Casa Sombra sin Control de Insectos se encontró un incremento de 7.46% respecto a los dos sistemas de producción.

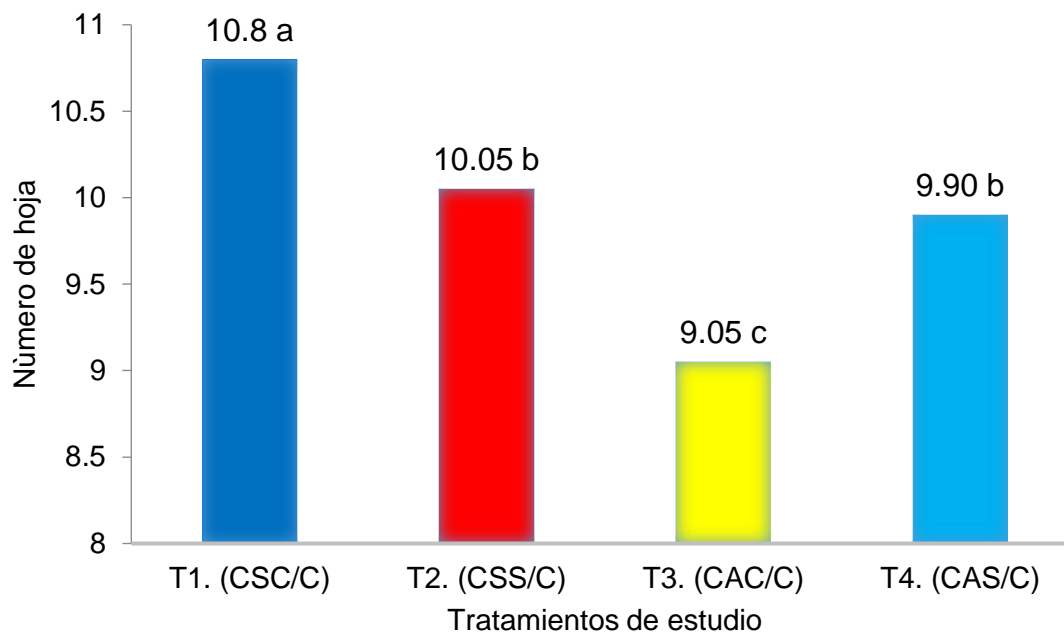


Figura 7. Medias para el Número de hojas, obtenidas a los 104 ddt en los cuatro tratamientos de estudio.

4.2. Calidad del fruto

4.2.1. Diámetro polar (cm)

No se encontró significancia en los tratamientos de estudio tampoco para los Bloques de acuerdo al análisis de varianza (Anexo 7). Se encontró que el tratamiento (T1) que representa a Casa Sombra Con Control de Insectos presentó el valor medio más alto (Anexo 8). Igual a 6.99 cm y por su parte el tratamiento (T2) con 6.49 cm, encontrado una diferencia 0.5 cm que representó un 7.70% de incremento. Para los dos sistemas de producción Casa Sombra Con Control de Insectos y Cielo Abierto Con Control de Insectos se encontró un incremento de 0.43%.

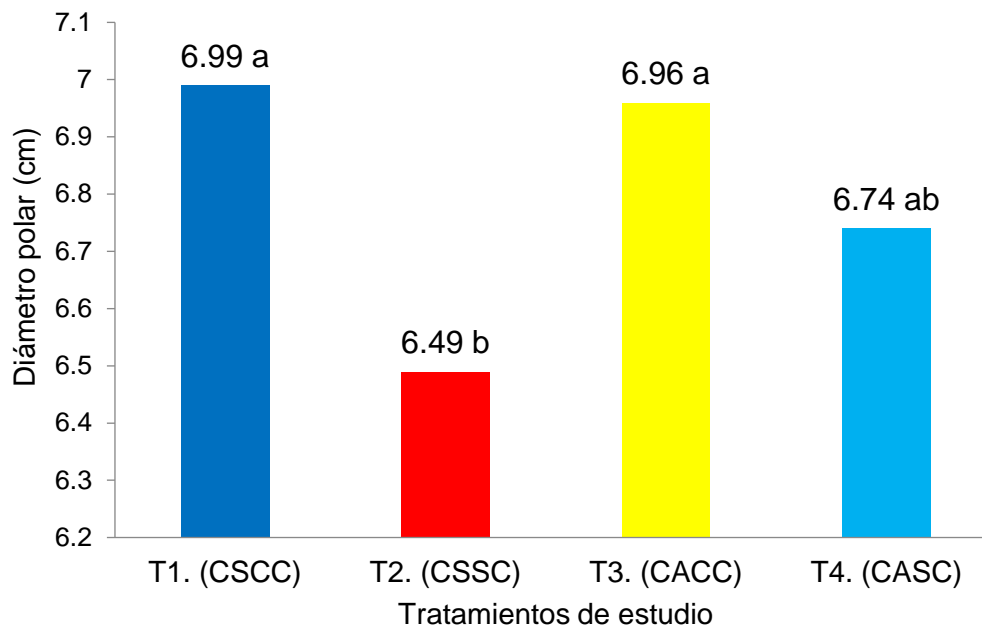


Figura 8. Medias para el Diámetro polar (cm), obtenida a los 104 ddt en los cuatro tratamientos de estudio.

4.2.2. Diámetro ecuatorial (cm)

Para esta variable se encontró significancia estadística en los tratamientos de estudio no así para los bloques según el análisis de varianza (Anexo 9) utilizando una prueba de medias LSD ($P \leq 0.05$). Se encontró que el tratamiento (T1) que refiere a Casa Sombra Con Control de Insectos resulto ser el mejor (Figura 9), sin embargo, el tratamiento (T2) fue el peor (Anexo 10). El coeficiente de variación fue de 12.48% el tratamiento (T1) obtuvo un diámetro ecuatorial medio de 5.50 cm, por su parte el tratamiento (T2) con 4.99 cm con una diferencia 0.51 cm que representó un 10.22% de incremento. Para los dos sistemas de producción Casa Sombra Con Control de Insectos (T1) y Cielo Abierto Con Control de Insectos (T3) se encontró un incremento de 0.91%.

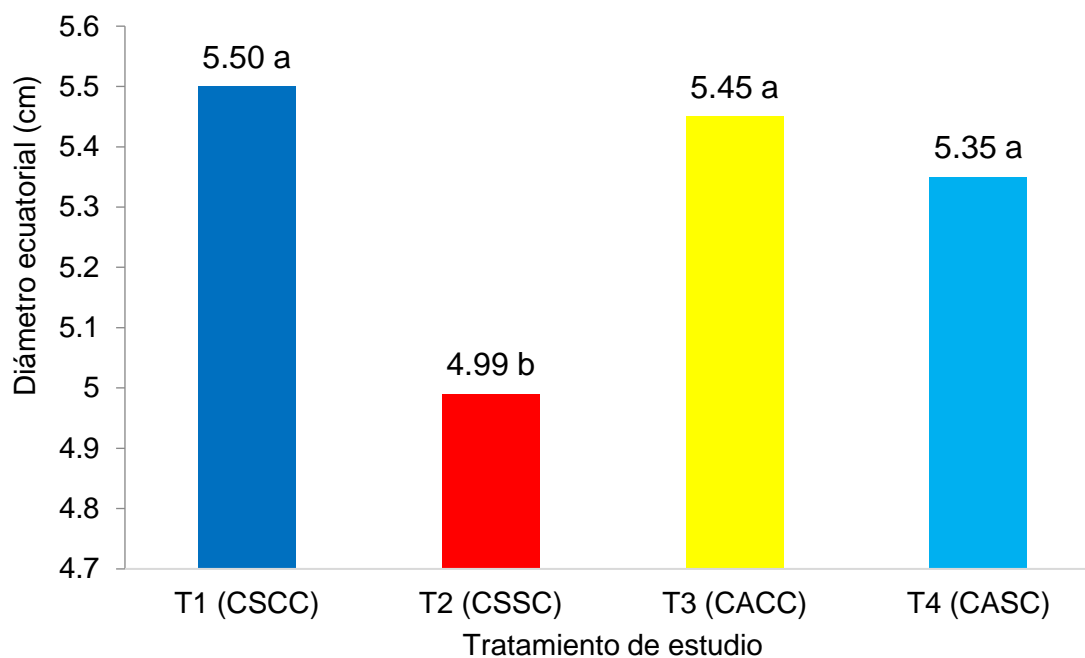


Figura 9. Medias para el diámetro ecuatorial (cm), obtenida a los 104 ddt en los cuatro tratamientos de estudio.

4.2.3. Contenido de Sólidos Solubles Totales

En el contenido Sólidos Solubles Totales, se encontró significancia estadística (Anexo 11) con una prueba de medias LSD, ($P \leq 0.05$). El mayor contenido de Sólidos Solubles Totales se registró en el tratamiento (T1) que refiere a Casa Sombra Con Control de insectos con un valor de 8.52 de Grados Brix. Por su parte el tratamiento (T2), Casa Sombra Sin Control de Insectos con 7.87 Grados Brix. El tratamiento (T1) fue el mejor mientras que el tratamiento (T2) fue el más malo (Figura 10).

El contenido de Sólidos Solubles Totales del tratamiento (T1) superó un 0.65%, al tratamiento T4 y a los tratamientos restantes.

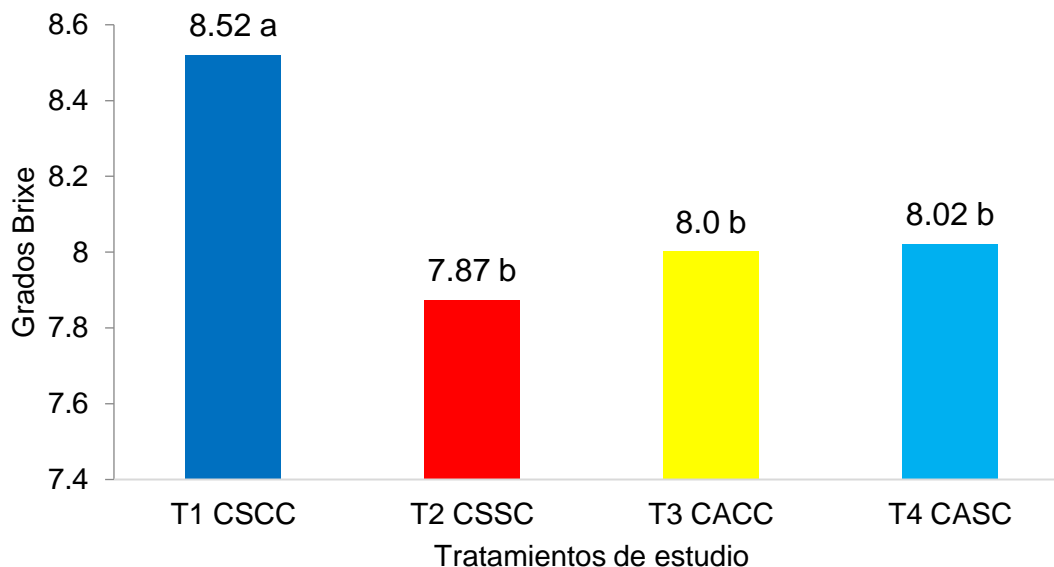


Figura 10. Medias para sólidos solubles (°Brix), obtenida a los 104 ddt en los cuatro tratamientos de estudio

4.3. Cosecha comercial

La cosecha total de frutos de tomate obtenidas en el experimento en mención fue clasificada de acuerdo a cuatro categorías. Estas son consideradas las principales en los mercados nacionales y extranjeros.

4.3.1. Categoría rezaga

Para la categoría rezaga no se encontró diferencia estadística para tratamientos y Bloques (Anexo 13) con una prueba de medias LSD ($P \leq 0.05$). La mayor producción de frutos de jitomate en la categoría Rezagado ($t \text{ ha}^{-1}$) registró el tratamiento (T1) Casa Sombra Con Control de Insectos con 12.88 t ha^{-1} . Mientras tratamiento (T4) Casa Sombra Sin Control de Insecto con un valor de 9.71 t ha^{-1} (Anexo 14). El tratamiento (T1) Casa Sombra Con Control de Insecto obtuvo el rendimiento medio más alto en esta categoría con 12.88 t ha^{-1} (Figura 11).

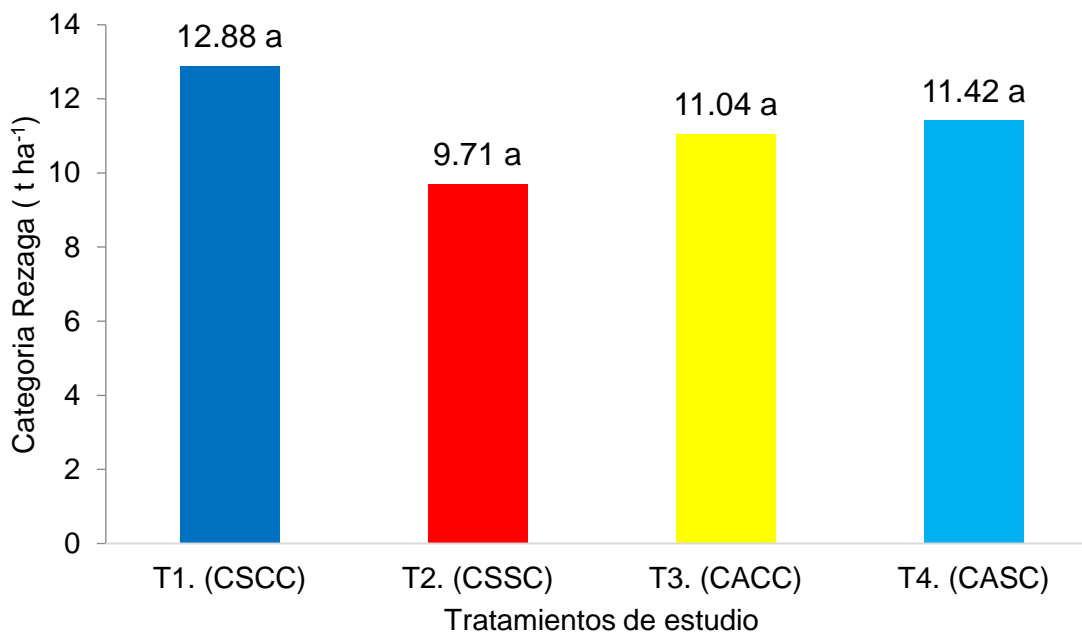


Figura 11. Medias Para el rendimiento (t ha⁻¹) en la Categoría Rezaga en los cuatro tratamientos de estudio

4.3.2. Categoría Small

Para la categoría Small se encontró diferencia estadística altamente significativa (Anexo 15), con una prueba de medias LSD ($P \leq 0.05$). La mayor producción en la categoría Small (t ha⁻¹) se encontró en el tratamiento (T2) Casa Sombra Sin Control de Insecto con 42.02 t ha⁻¹. Por su parte el tratamiento (T3) Cielo Abierto Con Control de insecto con 21.41 t ha⁻¹ (Anexo 16). Respecto a los cuatro sistemas de producción el tratamiento (T2) Casa Sombra Sin Control de Insecto logro incrementos de 96.43%, 46.74%, 8.27% respectivamente en esta categoría que se aprecia en la (Figura 12).

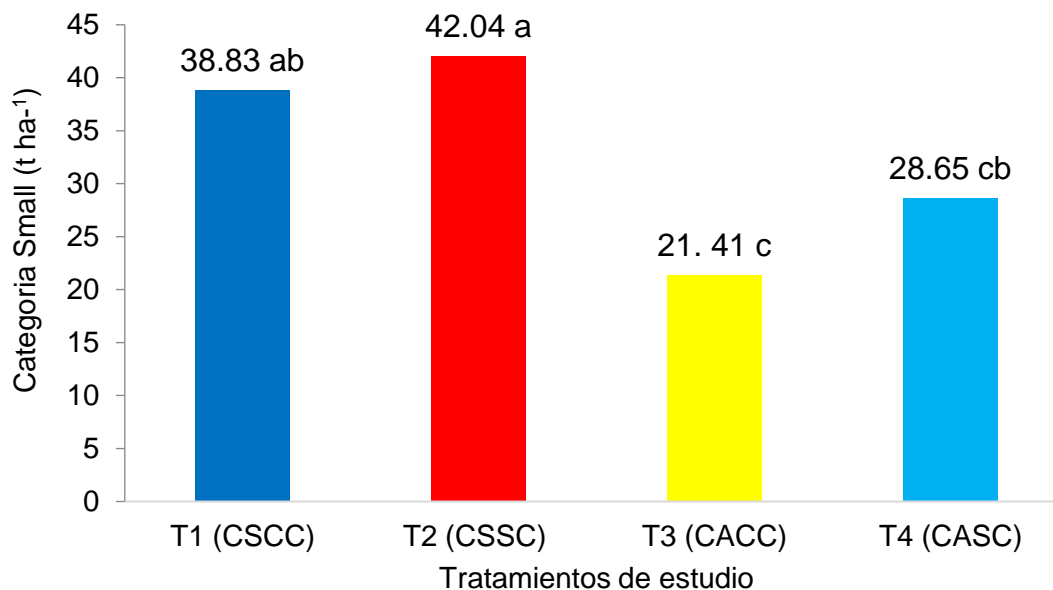


Figura 12. Medias para el rendimiento (t ha⁻¹) para la categoría Small en los cuatro tratamientos de estudio.

4.3.3. Categoría mediano

En la categoría Mediano con prueba de media LSD, ($P < 0.05$) no se encontró diferencia estadística significativa en los tratamientos de estudio tampoco para Bloques. La mayor producción se registró en el tratamiento (T1) Casa Sombra Con Control de Insecto con 33.65 t ha⁻¹. Mientras que el tratamiento (T3) Cielo Abierto Con Control de Insectos con 18.87 t ha⁻¹ (Anexo 18). El tratamiento (T1) con un rendimiento medio fue mayor que el resto de los tratamientos (Figura 13).

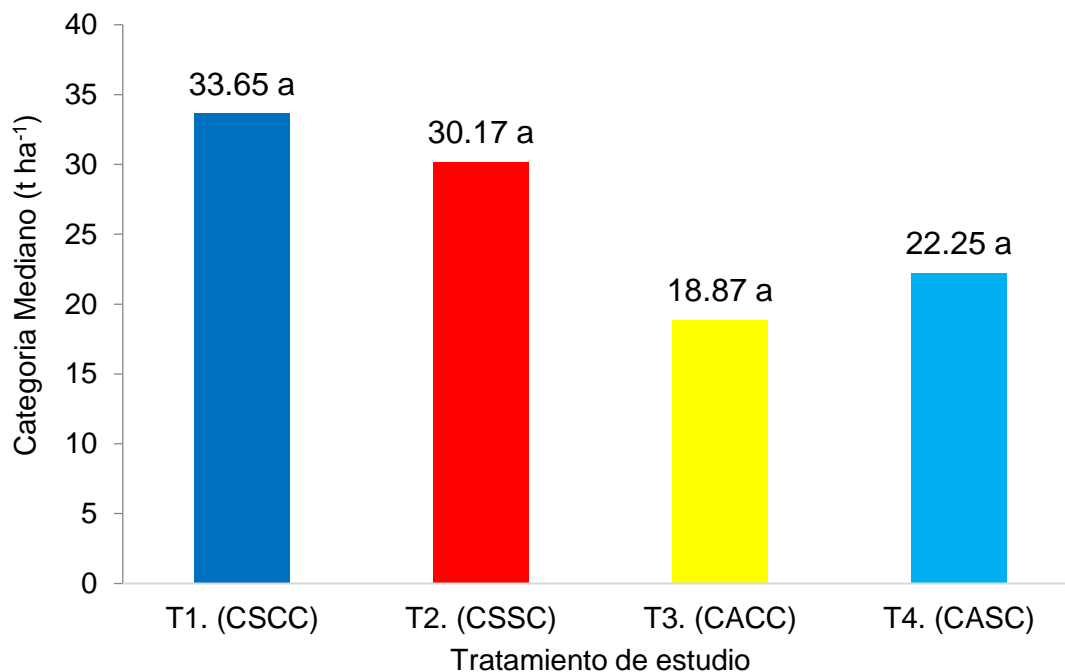


Figura 13. Medias para el rendimiento (t ha⁻¹) en la categoría Mediano en los cuatro tratamientos de estudio.

4.3.4. Categoría largo

En la categoría Largo se encontró diferencia estadística altamente significativa con una prueba de medias LSD, ($P \leq 0.05$) Anexo 19. La mayor producción en la categoría Largo se presentó el tratamiento (T2) Casa Sombra Sin Control de Insectos con 4.14 t ha⁻¹. Por su parte el tratamiento (T3) Cielo Abierto Con Control de insecto con 0.458 t ha⁻¹ (Anexo 20).

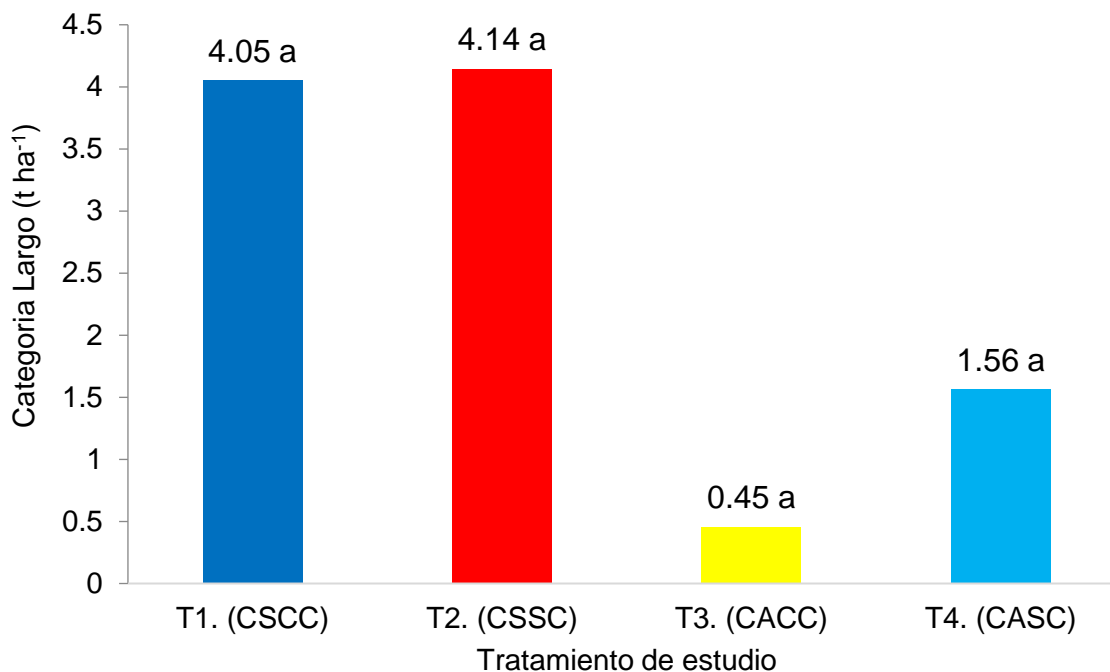


Figura 14. Medias para el rendimiento (t ha⁻¹) en la categoría Largo en los cuatro tratamientos de estudio.

4.3.5. Rendimiento Total (t ha⁻¹)

Para el rendimiento total se encontró diferencia estadística altamente significativa con una prueba de medias LSD ($P \leq 0.05$) Anexo 21. Un rendimiento total lo registró en el tratamiento (T1) Casa Sombra Con Control de insecto con 89.75 t ha⁻¹). Mientras que el tratamiento (T3) Cielo Abierto Con Control de Insecto con 51.79 t ha⁻¹ (Anexo 22). El tratamiento (T1) Casa Sombra Con Control de Insecto logro un incremento de 73.29% respecto al tratamiento (T4) Cielo Abierto Sin Control de Insecto (Figura 15). En el rendimiento Total el incremento (T1) mostró una diferencia de 37.96 t ha⁻¹ con respecto al tratamiento (T3).

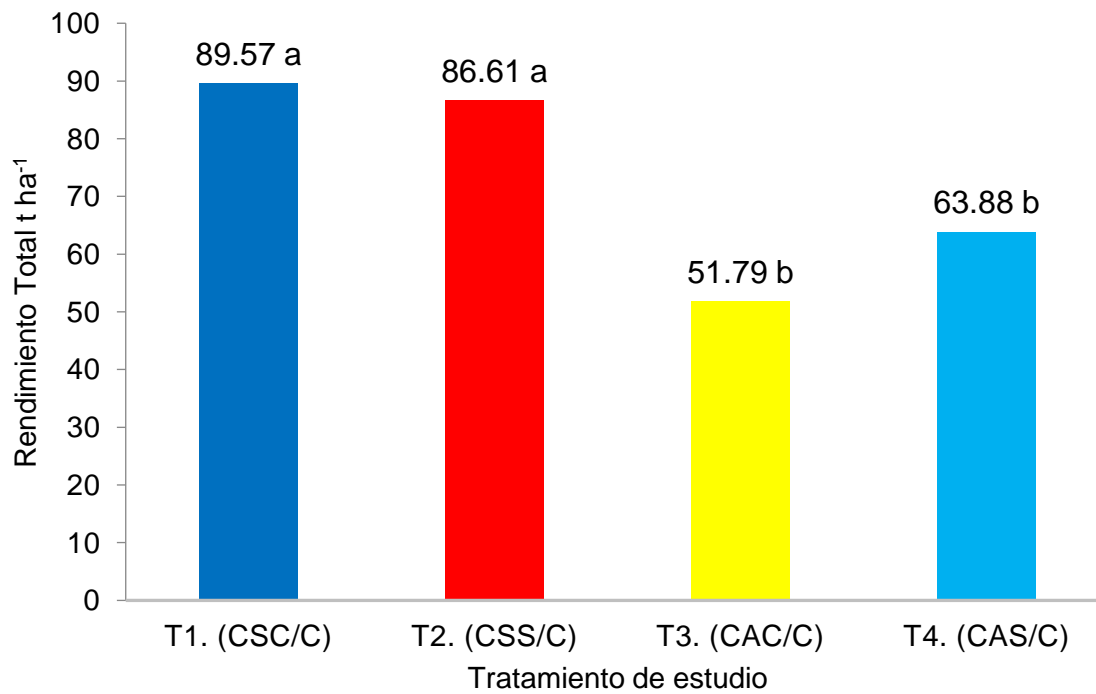


Figura 15. Medias para el Rendimiento Total (t ha⁻¹) en los cuatro tratamientos de estudio.

5. DISCUSIÓN

5.1. Etapa vegetativa a los 104 ddt

5.1.1. Altura de planta

Valdepeña, (2016), señala que en un trabajo de investigación realizado logro mayor altura de planta cuando se utilizó vermicompost y arena relación (1:1) encontraron un valor de 2.05 m, respecto a los tratamientos de este trabajo se logró incrementos de 49.58%, 38.27%, 2.35%, -3.06% respectivamente.

Sin embargo, Reyes, (2011), por su parte que en un trabajo de investigación en malla sombra logro una altura de planta utilizando sustrato de fibra de coco con 178 cm. Superiores a los tratamientos (1, 2, 3 y 4) con incrementos de 72.27%, 59.25%, 17.87% y 11.64%.

5.1.2. Diámetro de tallo

Estos resultados son superiores a los obtenidos por Cano, (2008), donde obtuvo para la variable grosor de tallo 1.75 cm a los 120 ddt, quien evaluó genotipos de tomate con té de compost bajo condiciones de invernadero, utilizando como sustrato vermicompost y arena, para este variable grosor de tallo.

Ortega-Martínez, (2010), señala que el diámetro de tallo puede llegar a los 2.5 cm. Indica que a mayor diámetro de tallo se incrementa el número de frutos y en consecuencia incrementara el rendimiento.

5.1.3. Número de hoja

El número de hojas se aumenta en la medida que la planta desarrolla, lo que resulta normal para cualquier cultivo. Prevalciendo en cada fase la cantidad de hojas activas necesarias para realizar el proceso fotosintético, capaz de producir excelentes rendimientos. En la etapa donde la planta de tomate se inicia su fase de floración y fructificación no debe tener menos de 18 a 20 hojas activas (Alemán *et al.*, 2016).

5.2. Calidad del fruto

5.2.1. Diámetro polar (cm)

Márquez-Quiroz *et al.* (2014), encontraron valores para un diámetro polar durante el ciclo de producción de jitomate tipo Saladette evaluado en mezcla de arena y vermicompost relación (1:1) más té de vermicompost. Los promedios estuvieron entre 5.7 y 6.4 cm, bajo condiciones de invernadero.

Los resultados obtenidos fueron superiores con los valores reportados por la Cruz-Lázaro *et al.* (2009), quienes evaluando el tomate Saladette en vermicompost y compost, obtuvieron un promedio de 5.62 cm de diámetro polar, valor similar al encontrado en este trabajo de investigación.

5.2.2. Diámetro ecuatorial (cm)

Los resultados obtenidos no superaron a los valores reportados por Márquez-Hernández *et al.* (2008), quienes reportaron un diámetro ecuatorial medio de 6.62 cm en tomate Saladette bajo condiciones de invernadero.

Datos de Márquez-Quiroz *et al.* (2014), al evaluar los efectos de la fertilización orgánica sobre el rendimiento y contenido nutricional de los genotipos de tomates Saladette, utilizando como sustrato vermicompost más arena en una relación (50:50 %) bajo condiciones de invernadero, encontraron valores medios de 4.9 y 5.2 cm. valores superiores a los resultados obtenidos en este experimento.

5.2.3. Contenido Sólidos Solubles Totales

Los resultados obtenidos para Sólidos Solubles Totales superaron a los reportados por Moreno-Reséndez *et al.* (2005), quienes al evaluar el desarrollo del tomate en mezclas de vermicompost y arena en una relación (50:50), reportaron promedio de 5.4 y 6.0 de sólidos solubles totales.

De la Cruz-Lázaro *et al.* (2009), reportaron valores medios de 4.1 y 5.0 °Brix que fueron obtenidos en las mezclas de sustratos evaluadas en el desarrollo de un híbrido de tomate saladette bajo condiciones protegida.

El contenido de sólidos Solubles Totales obtenidos en el presente experimento fueron superiores a los encontrados por de la Cruz-Lázaro *et al.* (2010), quienes al evaluar la producción del híbrido de jitomate cultivar SUN-7705, tipo Saladette, utilizando como sustrato composta elaborada con estiércol bovino más pasto bahía al

75% más arena y vermicomposta elaborada con estiércol bovino más pasto bahía al 100%, obtuvieron el contenido de sólidos solubles promedio de 4.46 a 5.34 de Grados Brix respectivamente.

5.3. Cosecha comercial

5.3.1. Categoría rezaga

La producción de tomate en condiciones protegidas incrementa el rendimiento y calidad del fruto. Los sistemas de producción varían en cuanto a variedades, sustratos de crecimiento, dosis de nutrimentos, técnicas de control de plagas y enfermedades, entre otros factores (Rodríguez *et al.*, 2008).

Los resultados obtenidos para esta categoría fueron superiores a los reportados por Rodríguez *et al.* (2008), del híbrido cultivar ‘Miramar’ con 3.2 t ha⁻¹. Respectivamente en condiciones de invernadero.

Rodríguez *et al.* (2008), quienes al evaluar el híbrido “Big Beef” en la categoría rezaga no hubo diferencia significativa entre sustratos ni en la interacción sustrato x genotipo, pero la producción promedio con 0.92 t ha⁻¹ respectivamente en condiciones de invernadero.

5.3.2. Categoría Small

Los resultados obtenidos para la categoría Small fueron inferiores a los reportados por Rodríguez *et al.* (2008), quienes al evaluar el híbrido cultivar “Miramar” presentó un rendimiento en la combinación de sustrato vermicomposta

más arena, en relación (1:1) mas micronutrientos quelatizados, con 64 t ha⁻¹ respectivamente en condiciones de invernadero.

Al evaluar el híbrido cultivar “Miramar” con el sustrato vermicomposta más arena en relación (1:1), sin micronutrientos obtuvo un rendimiento de 53 t ha⁻¹, rendimiento inferior al reportado por Rodríguez *et al.*, (2008).

5.3.3. Categoría mediano

Los resultados obtenidos para la categoría Mediano fueron inferiores a los reportados por Rodríguez *et al.*, (2008), quienes al evaluar el híbrido cultivar “Miramar” encontró un rendimiento de 92.5 t ha⁻¹ respectivamente en condiciones de invernadero, y bajo un sustrato de vermicomposta más arena más micronutrientos en relación (1:1) más micronutrientos quelatizados.

El rendimiento categoría Mediano del cultivar ‘Miramar’ fue mejor que el cultivar ‘Big Beef’ genotipo que produce frutos grandes. El sustrato vermicomposta más arena en relación (1:1), sin micronutrientos con un rendimiento de 64.8 t ha⁻¹, superó a los obtenidos en este experimento en un 16.99%, siendo inferiores a los reportados por Rodríguez *et al.*, (2009).

5.3.4. Categoría largo

Los resultados obtenidos para la categoría Largo, fueron inferiores a los reportados por Rodríguez *et al.*, (2009), quienes al evaluar el híbrido cultivar ‘Big

Beef' el desarrollo en mezcla de vermicomposta más arena relación (1:1) más sin micronutrientes dio un rendimiento de 92.6 t ha⁻¹.

También se encontró que en la categoría de cultivar Big Beef en un sustrato, arena más solución nutritiva inorgánica. Presento un rendimiento de 251.6 t ha⁻¹ lo cuales fueron inferiores a los reportados por Rodríguez *et al.* (2008), en condiciones de invernadero.

5.3.5. Rendimiento Total (t ha⁻¹)

Los resultados registrados superaron a los obtenidos por de la Cruz-Lázaro *et al.* (2009), quienes al evaluar la producción del híbrido cultivar SUN-7705 de tomate Saladette, utilizando una mezcla de vermicompost mas arena relación (50:50 %), encontraron un rendimiento de 40.49 t ha⁻¹, bajo condiciones de invernadero.

Los resultados encontrados en este experimento fueron superiores a los reportados por Cano *et al.* (2004), quienes reportaron al evaluar la producción orgánica de una variedad de tomate tipo bola, en mezclas de vermicompost mas arena al 50%, se obtuvieron valores de 54.08 t ha⁻¹ en condiciones de invernadero.

6. CONCLUSIONES

Se acepta la hipótesis planteada que afirma que el cultivo manejado bajo condiciones de casa sombra con control de insectos presenta mayor desarrollo fenológico y agronómico en el sistema de producción, comprobado mediante los resultados obtenidos que muestran un mayor rendimiento y fruto de mejor calidad.

- 1) Para la variable altura de planta el tratamiento (T1) Casa Sombra Con Control de Insectos presento la mayor altura.
- 2) En la variable diámetro de tallo el mayor grosor de tallo fue para el tratamiento (T1) Casa Sombra Con Control de Insectos con 2.68 cm.
- 3) Para el mayor número de hojas se presentó en el tratamiento (T1) Casa Sombra Con Control de Insectos con 10.8 hojas por planta.
- 4) Para la calidad del fruto en el diámetro polar y diámetro ecuatorial fue mejor el tratamiento (T1) Casa Sombra Con Control de Insectos con 6.99 cm y 5.50 cm, respectivamente.
- 5) El contenido de solidos solubles (^oBrix) de los frutos de tomate fue el mejor el tratamiento (T1) Casa Sombra Con Control de Insectos.
- 6) Para el rendimiento en la calidad Rezaga el tratamiento (T1) que se refiere Casa Sombra Con Control de Insectos, obtuvo la mayor cantidad de frutos lo que se determina frutos de poca calidad, mientras para el tratamiento (T4) fue considerado mejor por presentar una menor cantidad de para esta categoría.
- 7) Para la categoría Small el tratamiento (T2) Casa Sombra Sin Control de Insectos fue el mejor con 42.04 t ha⁻¹ mientras que el tratamiento (T3) Cielo Abierto Sin Control de Insectos fue el más malo con 21.41 t ha⁻¹.

- 8) En la categoría Mediano de igual manera el tratamiento (T1) que se refiere Casa Sombra Con Control de Insectos fue el mejor con 33.63 t ha^{-1} .
- 9) En la categoría Largo de igual manera el tratamiento (T2) que se refiere Casa Sombra Sin Control de Insectos fue el mejor con 4.143 t ha^{-1} .
- 10) Finalmente, el Rendimiento Total el tratamiento (T1) Casa Sombra Con Control de Insectos fue el mejor que le resto de los tratamientos con 89.57 t ha^{-1} . Estadísticamente igual que el tratamiento (T2) Casa Sombra Sin Control de Insectos.

7. LITERATURA CITADA

- Alarcón, Z. A. 2014. Calidad poscosecha del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) cultivado en sistemas ecológicos de fertilización. Tesis. Doctorado. Universidad politécnica de Madrid España. pp. 1-30.
- Alemán P., D.R. Domínguez, B, J, Rodríguez, G, y Soria, R, S. 2016. Indicadores morfológicos y productivos del cultivo del tomate en invernadero con manejo agroecológico en las condiciones de la amazonia ecuatoriana. Revista Centro Agrícola. Vol. 43. Núm. 1. Pp. 71-76.
- Anaya-Tafoya, F, Zatarin-López, D, M, Valenzuela-López, M, Partida-Ruvalcaba, L, Velázquez-Alcaraz, T, J, Díaz-Valdés, T, Osuna-Sánchez, J, A. 2001. Crecimiento y rendimiento de tomate en respuesta a radiación solar transmitida por mallas sombras. Terra latinoamericana. Vol. 29. Núm. 4. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México. Pp. 403-410. Disponible En: <http://www.redalyc.org/pdf/573/57322342006.pdf> [Fecha de consulta 02 de mayo de 2017].
- Bastida C., O.A. 2012. Métodos de cultivos hidropónico de jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) bajo condiciones de invernadero basados en doseles escaleriformes. Tesis. Maestro en Ciencias en Horticultura. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Fitotecnia. Chapingo, México. 2012. Pp. 15-30. Disponible En: <https://chapingo.mx/horticultura/pdf/tesis/TESISMCH2012112309124791.pdf>
- Castellano, Z, J. 2009. Manual de producción de tomate en invernadero. Intagri. Celaya Guanajuato México. Pp.1-3.
- Cruz-Lázaro, E, Estrada-Botello, M, A, Robledo-Torres, V, Osorio-Osorio, R, Márquez-Hernández, C, Sánchez-Hernández, R. 2009. Producción de tomate en invernaderos con composta y vermicomposta como sustrato. Revista universidad y ciencia. Vol. 25. Núm. 1. Villa Hermosa Tabasco. Pp. 59-67.
- Cruz-lázaro, E. Estrada-Botello. M, A. Roblero-Torres. V. Márquez-Hernández. C. Sánchez-Hernández. R. 2009. Producción de tomate en invernaderos con composta y vermicomposta como sustrato. Revista. Universidad y ciencia. Vol.

25. Núm. 1. Villahermosa Tabasco México. Pp. 1-9 En línea: <http://www.scielo.org.mx/pdf/uc/v25n1/v25n1a4.pdf>.
- De la Cruz-Lázaro, E, Osorio-Osorio, R, Martínez-Moreno, E, Lozano-Del Rio, A, J, Gómez-Vázquez, A, Sánchez-Hernández, R. 2010. Uso de composta y vermicomposta para la producción de tomate orgánico en invernadero. Revista Interciencia. Vol. 35. Número 5. Pp. 363-368. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Efrain_De_La_Cruz_Lazaro/publication/267451452_Uso_de_compostas_y_vermicompostas_para_la_produccion_de_tomate_orgnico_en_invernadero_Use_of_composts_and_vermicomposts_for_the_organic_production_of_tomato_in_greenhouses/links/544fd8870cf249aa53da8576.pdf?origin=publication_list.
- Disagro. 2004. "Plan de manejo para el cultivo del tomate. Disponible En: <http://www.bolsamza.com.ar/english/mercados/horticola/tomatetriturado/plan.pdf> [Fecha de Consulta 05/02/17]
- Espina P., L.W. 2009. Material de apoyo para la capacitación sobre cultivos del tomate de la fundación fudi. Universidad del istmo facultad de arquitectura y diseño. Guatemala. pp. 20-23.
- Espinoza A., J.J. Chew M., Y.L. Gaytán, M, A. 2012. Evaluación económica del uso de injerto en tomate, (*Lycopersicum Esculentum M.*) bajo condiciones de invernadero. Producción Agrícola. Revista. AGROFAZ. Vol. 12. Núm. 4. Pp 2-6 en línea: http://www.agrofaz.mx/wp-content/uploads/articulos/2012124III_5.pdf [Fecha de Consulta 05/02/17]
- Estrada. A, V. 2010. Germinación de semillas de tomate (*lycopersicum esculentum mill.*) var. Rio grande con dos niveles de lombricomposta bajo condiciones de laboratorio. Tesis. Licenciatura. Buenavista saltillo Coahuila México. Pp.18-26. En línea: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5043/T17964%20ESTRADA%20ALBORES%2C%20VICTALINO%20%20%20%20TESIS.pdf?sequence=1>
- FAO. 2013. Manejo del cultivo. Preparación de semilleros. En línea. <http://www.fao.org/3/a-a1374s/a1374s03.pdf>

- Fierro C., J.A. 2008. Detección y caracterización molecular de fitoplasmas en híbridos comerciales de tomate y hospedantes alternos en Sinaloa. Tesis. Maestría. Instituto Politécnico Nacional (IPN). Guasave, Sinaloa, México. Pp. 6-11 disponible en: <http://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/3836/DETECCIONCARACT.pdf?sequence=1> [Fecha de Consulta 05/03/17]
- FIRA. 2016. Panorama agroalimentario, Revista. Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial, 1-29 pp. Disponible en: http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200635/Panorama_Agroalimentario_Tomate_Rojo_2016.pdf [Fecha de Consulta 10/02/17]
- Fundación Produce Coahuila. 2011. Agencia tecnológica de investigación de tecnología agropecuaria del estado de Coahuila 2011. En línea: http://www.cofupro.org.mx/cofupro/agendas/agenda_coahuila.pdf
- Gallegos, P, A, Figueroa, R, Quevedo G., J.D. Martínez, R, A, Sánchez, M, F. Escobedo, F, J. y Flores M., J.J. 2013. Sustratos orgánicos, su efecto en los índices de crecimiento de plántulas de tomate (*lycopersicum esculentum Mill*). Revista. AGROFAZ. Vol. 13. Núm. 1 1-10 disponible en: http://www.agrofaz.mx/wp-content/uploads/articulos/20131311_1.pdf[Fecha de Consulta 05/02/17]
- Hernán, M, M. 2009. Manual de cultivo de tomate (*lycopersicum esculentum Mill*). Características botánicas. Revista. Nodo Hortícola VI Región. Pp. 10-12. Disponible En: http://www.cepoc.uchile.cl/pdf/Manua_Cultivo_tomate.pdf [Fecha de Consulta 14/02/17]
- Hernán. M, H. 2009. Manual de cultivo de tomate (*lycopersicum esculentum Mill*) facultad agronómica de Chile. Revista. Innoca Chile Corfo. pp. 12-16 En Línea: http://www.cepoc.uchile.cl/pdf/Manua_Cultivo_tomate.pdf
- Hernández, I, M. Díaz L., C.M. Placeres, M, V, Veloz, O, A, Pulido, S., M.J. Guerrero, B, O. 2009. Relaciones nitrógeno-potasio en fertirriego para el cultivo protegido del tomate en suelo Ferralítico Rojo. Vol. 44. Núm. 5. La Haba Cuba. Pp. 429-436. En línea: <http://www.scielo.br/pdf/pab/v44n5/v44n5a01.pdf>

- Huerta, H, A. 2014. Agricultura protegida. Revista agro entorno. Pp 31-35. Disponible en:
<http://www.funprover.org/agroentorno/agosto012pdf/agriculturaprotegida.pdf>
[Fecha de Consulta 05/04/17]
- Jasso, C, C, Martínez G., M.A. Chávez, V., J.R. Ramírez T., J.A. y Garza, E. 2012. Guía para cultivar jitomate en condiciones de malla sombra en san Luís potosí. Folleto técnico, SAGARPA. 9-54 pp. Disponible en:
<http://www.inifapcirne.gob.mx/Biblioteca/Publicaciones/905.pdf>[Fecha de Consulta 12/04/17]
- Juárez, L, P, Bugarín, M, R. Castro, B, R, Sánchez M., A.L. Cruz, C, E, Juárez R., R.C. Alejo, S, G, Balois, M, R. 2011. Estructuras utilizadas en la agricultura protegida. Revista Fuente. Año. 3. Núm. 8. Pp, 21-25. Disponible En:
<http://fuente.uan.edu.mx/publicaciones/03-08/4.pdf>
- Lesur, L. 2006. Manual cultivo del tomate. Una guía pasó a paso. Trillas México. Pp. 10-13.
- López V., J.A. Valverde J., F.J. Mejía T., S.L. López, A, G. y Vega G., M.O. 2011. Efecto del almacenamiento en atmosfera controlada sobre la calidad poscosecha y nutricional del tomate. Revista Chapingo Serie Horticultura 17 (2): 115-128. Disponible en:
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027-152X2011000200005
- Malais, M. H, Ravensberg, W, J., 2016. Conocer y reconocer las plagas de cultivos protegidos y sus enemigos naturales. Revista. Reed Business Information. Pp 21-135
- Márquez. H, C. Cano. R, P. Rodríguez. N, D. 2008. Uso de sustratos orgánicos para la producción de tomate en invernadero. Revista. Agricultura técnica en México. Vol. 34. Núm. 1. México. Pp. 69-74
- Márquez-Quiroz. C. Cano-Ríos. P. Moreno-Reséndez. A. Figueroa-Viramontez. U. Sánchez-Chávez. E. Cruz-Lázaro. Roblero-Torres. V. 2014. Efecto de la fertilización orgánica sobre el rendimiento y contenido nutricional de tomate Saladette en invernadero. Revista. ITEA. Vol. 110. Núm. 1. Tabasco México.

- Pp. 3-17. En línea: [http://www.aida-itea.org/aida-itea/files/itea/revistas/2014/110-1/\(003-017\)%20ITEA%20110-1.pdf](http://www.aida-itea.org/aida-itea/files/itea/revistas/2014/110-1/(003-017)%20ITEA%20110-1.pdf)
- Moreno, R, A., Aguilar, J. y Lluévanos, G, A. 2011. Características de la agricultura protegida y su entorno en México. Revista Mexicana de Agronegocios. Vol. 15. Núm. 29. Torreón, México. Pp 763-774. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14119052014>
- Moreno. R, A, Valdés P, T.M. Zarate, L, T. 2005. Desarrollo de tomate en sustrato de vermicompost/arena bajo condiciones de invernadero. Revista agricultura técnica (chile). Vol. 65. Núm. 1. Pp. 26-34.
- Nieto A., R.E. Velasco, H, (2006) Cultivo de Jitomate en Hidroponía en Invernadero. 2a ed. Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma de Chapingo. México. 130 pp
- Notario M., C.M. Sosa M., M.E. 2012. El jitomate (*Solanum lycopersicum* L.): aporte nutrimental, enfermedades postcosecha y tecnologías para su almacenamiento en fresco. Temas selectos de ingeniería de alimentos. Vol. 6. Núm. 1 Pp 40-53 disponible en: [http://www.udlap.mx/wp/tsia/files/No6-Vol-1/TSIA-6\(1\)-Notario-Medellin-et-al-2012.pdf](http://www.udlap.mx/wp/tsia/files/No6-Vol-1/TSIA-6(1)-Notario-Medellin-et-al-2012.pdf)
- Nuez, F, Esquinas, A, J, Chamarro, L. J. 2001. El cultivo del tomate. Anatomía y fisiología de la planta. Mundi prensa. México. Pp 15-85.
- Obregón, V. 2014. Guía para la identificación de las enfermedades de tomate en invernadero. Edición INTA. Bella Vista México. pp. 1-10. en línea: http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_-_guia-enfermedades-tomate.pdf
- Ortega M., L.D. Sánchez, O, J., Díaz, R, R, Ocampo, M, J. 2010. Efecto de diferentes sustratos en crecimiento de tomate (*lycopersicum esculentum* Mill.). Revista. Ra Ximhai. Vol. 6, Núm. 3. Universidad Autónoma Indígena de México pp. 365-367. Disponible En: <http://www.redalyc.org/pdf/461/46116015005.pdf>
- Ortega-Martínez. D, L. Sánchez-Olarte. J. Campo-Mendoza. J. Sandoval-Castro. E. Salcido-Ramos. A, B. Manzo-Ramos. F. 2010. Efecto de diferentes sustratos en crecimiento y rendimiento de tomate (*lycopersicum esculentum* Mill) bajo

- condiciones de invernadero. Revista Ra Ximhai. Vol. 6. Núm. 3. Universidad Autónoma Indígena de México. pp. 339-346.
- Pérez, G, M, Márquez, S, F, Peña, L, A. 1998. Mejoramiento genético de hortalizas. Mejoramiento genético en hortalizas. JITOMATE (*lycopersicum esculentum Mill*). 2 ed. Mundi prensa México. Pp. 149-169.
- Ponce V., J.J. Peña-Lomelí. A. Rodríguez-Pérez, E, J. Mora-Aguilar. R. Castro-Brindis, R. Magaña. L, N. 2012. Densidad y poda en tres variedades de tomate de cáscara (*physalis ixocarpa* Brot. ex Horm.) cultivado en invernadero. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo, México. Pp. 1-8. En línea: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rcsh/v18n3/v18n3a6.pdf>
- Punisher, 2010. Estado de la comarca lagunera. Disponible en: <https://estadodelacomarcalagunera.blogspot.mx/>
- Ramos. G, Lira, R, H, Peralta, R, D, Cortez, G, Y, Cárdenas, A. 2014. Extensión de la vida de poscosecha de frutos de tomate por efecto de látex polimérico comestible. Revista. Phytón Buenos Aires. Vol. 83. Núm. 1. Saltillo Coahuila México. Pp. 139-143. En línea: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S185156572014000100018
- Reyes D., A.C. 2011. Rendimiento de cinco híbridos de tomate (*lycopersicum esculentum Mill.*) bajo condiciones de casa sombra. Tesis. Licenciatura. Torreón Coahuila México. pp. 1-44.
- Ríos P., J.E. 2012. Guía ilustrada de plagas y enfermedades asociadas al cultivo de tomate en México. Facultad de ciencias agrícolas. Veracruz. México. Vol.3. pp. 15 disponible en: <http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/31354/1/juanenrriqueriospe%C3%B1a.pdf>
- Ríos, O, O, Chávez S., J.L. y Carrillo R., J.C. 2014. Producción tradicional y diversidad de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) nativo: un estudio de caso en Tehuantepec-Juchitán, México. Agricultura, Sociedad y Desarrollo. Vol.11. núm. 1. Oaxaca, México pp 35-38. Disponible en:

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722014000100003

- Ríos P., E.J. 2012. Guía ilustrada de plagas y enfermedades asociadas al cultivo de tomate en México. Trabajo de experiencias recepcional. Universidad veracruzana México., Facultad De Ciencias Agrícolas. Pp. 1-74. En línea: <http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/31354/1/juanenrriqueriospe%C3%B1a.pdf>
- Rodríguez, D, N, Cano, R, P, Viramontes, F, U, Palomo, A, G, Favela, C, E, Álvarez, R, V, P, Márquez, H, C, Moreno, R, A. 2008. Producción de tomate en invernadero con humus de lombriz como sustrato. Revista Fitotec. Vol. 31. Núm. 3. Pp. 265-272.
- Ruiz, M, J., Vicente, A, A., Montañez, S., J.C. Rodríguez, H, R. y Aguilar, G., C.N. 2012. Un tesoro perecedero en México: el tomate, tecnologías para prolongar su vida de anaquel. Investigación y Ciencia. (54): 57-63 disponible en: <http://www.uaa.mx/investigacion/revista/archivo/revista54/Articulo%208.pdf>
- SAGARPA. (Secretaria de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación). 2010. Monografía de cultivos “jitomate”, subsecretaria de fomento a los agronegocios. 1-10 p en línea: <http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/pablo/Documentos/Monografias/Jitomate.pdf>
- SAGARPA. 2012. Se consolida México como primer exportador de tomate. Disponible En: <http://www.sagarpa.gob.mx/saladeprensa/2012/Paginas/2015B466.aspx>. Fecha de consulta (10 de mayo de 2017)
- SAGARPA. 2014. Manejo integrado de la paratíroza (*Bactericera cockerelli* Sulc). Campaña manejo fitosanitario del jitomate. Disponible en: <http://www.cesavem.org/img/fitosanitariodeljitomate/jitomate2.pdf>. Fecha de consulta (01 de abril de 2017)
- Salunkhe, D, K, Kadam, S, S. 2004. Tratado de Ciencia y Tecnología de las Hortalizas. El tomate. Editorial Acribia, s.a. Zaragoza (España). Pp. 171-177.

- Sánchez L., D.B. Gómez V., R.M. Garrido R., M.F. y Bonilla B., R.R. 2012. Inoculación con bacterias promotoras de crecimiento vegetal en tomate bajo condiciones de invernadero. Revista. Mexicana de Ciencias Agrícolas. Vol. 3. Núm. 7: pp. 1-13. Disponible En: <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v3n7/v3n7a9.pdf>.
- Sañudo T., R.R. 2013. El cultivo del tomate (*lycopersicum esculentum Mill.*) y el potencial endofítico de diferentes aislados de *beauveria bassiana*. Tesis. Maestría. Universidad Autónoma Indígena De México. Los Mochis Sinaloa. Pp. 23-30. En línea. <http://uaim.mx/cgip/PDF/TesisRosarioRaudelSanudo.pdf>.
- Valdepeña C., F.N. 2017. Evaluación del comportamiento del tomate (*Solanum lycopersicum L.*) mediante la aplicación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos bajo condiciones de casa sombra. Tesis. Licenciatura. Torreón Coahuila México. En línea: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/8345/FRE DY%20NOE%20VALDEPE%C3%91A%20CANIZAL.pdf?sequence=1>
- Valerio, M. 2012. Polinización adecuada en tomate. En línea: <http://www.hortalizas.com/nutricion-vegetal/polinizacion-adecuada-de-tomates/>

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza (ANVA) para la variable altura de planta a los 104 ddt.

FV	GL	SC	CM	F-valor	F- tabla (0.01), (0.05)	Pr>F
Tratamientos	3	34290.06	11430.02	168.10 **	(6.99), (3.86)	< 0.0001
Bloques	3	205.07	68.35	1.01 NS	(6.99), (3.86)	0.4342
Error	9	611.94	67.99			
Total	15	35107.07				

C.V=3.30% ** altamente significativo * significativo NS: no significativo

Anexo 2. Medias obtenidas para las variables altura de planta a los 104 ddt en los cuatro tratamientos de estudio.

Tratamientos	Valores de media	significancia
T1. (CSCC)	306.650	a
T2. (CSSC)	283.475	b
T3. (CACC)	209.825	c
T4. (CASC)	198.725	c

Dms=18.20

Anexo 3. Análisis de varianza (ANVA) para el variable diámetro de tallo a los 104 ddt.

FV	GL	SC	CM	F-valor	F- tabla (0.01), (0.05)	Pr>F
Tratamientos	3	0.3458	0.1152	132.90 **	(6.99), (3.86)	<0.0001
Bloques	3	0.0129	0.0043	4.98 NS	(6.99), (3.86)	0.0263
Error	9	0.0078	0.0000			
Total	15	0.3665				

C.V= 1.17% ** altamente significativo * significativo NS: no significativo

Anexo 4. Medias obtenidas para las variables diámetro de tallo a los 104 ddt en los cuatro tratamientos de estudio

Tratamientos	Valores de medias	Significancia
T1 CSCC	2.64875	a
T3 CACC	2.61500	b
T2 CSSC	2.38000	c
T4 CASC	2.34000	c

Dms= 0.065

Anexo 5. Análisis de varianza (ANVA) para la variable número de hojas a los 104 ddt.

FV	GL	SC	CM	F-valor	F- tabla (0.01), (0.05)	Pr>F
Tratamiento	3	6.1800	2.0600	119.61**	(6.99), (3.86)	<0.0001
Bloque	3	0.1050	0.0350	2.03 NS	(6.99), (3.86)	0.1799
Error	9	0.1550	0.0172			
Total	15	6.4400				
C.V=1.31% ** altamente significativo * significativo NS: no significativo						

Anexo 6. Medias obtenidas para la variable número de hojas a los 104 ddt en los cuatros tratamientos de estudio.

Tratamientos	Variables de media	Significancia
T1. (CSCC)	10.80	a
T2. (CSSC)	10.05	b
T4. (CASC)	9.90	b
T3. (CACC)	9.05	c
Dms= 0.2897		

Anexo 7. Análisis de varianza (ANVA) para la variable diámetro polar a los 104 ddt.

FV	GL	SC	CM	F-valor	T-tabla (0.01), (0.05)	Pr>F
Tratamientos	3	6.49700	2.1656	2.56 NS	(1.77), (2.68)	0.0582
Bloque	39	27.58900	0.7074	0.84 NS	(1.77), (2.68)	0.7340
Error	117	98.9130	0.8454			
Total	159	132.9990				
C.V=15.48% ** altamente significativo * significativo NS: no significativo						

Anexo 8. Medias obtenidas para diámetro polar a los 104 ddt en los cuatro tratamientos de estudio.

Tratamiento	Valores de medias	Significancia
T1 (CSCC)	6.99	a
T3 (CACC)	6.96	a
T4 (CASC)	6.74	a b
T2 (CSSC)	6.12	b
DMS=0.4072		

Anexo 9. Análisis de varianza (ANVA) para la variable Diámetro Ecuatorial a los 104 ddt.

FV	GL	SC	CM	F-valor	T-tabla (0.01), (0.05)	Pr>F
Tratamientos	3	6.3421	2.1140	3.10 *	(1.77), (2.68)	0.0295
Bloque	39	29.7844	0.7637	1.12 NS	(1.77), (2.68)	0.3168
Error	117	79.8403	0.6823			
Total	159	115.9669				

C.V=12.15% ** altamente significativo * significativo NS: no significativo

Anexo 10. Medias obtenidas para la variable Diámetro Ecuatorial a los 104 ddt en los cuatro tratamientos de estudio.

Tratamientos	Valores de medias	Significancia
T1 (CSCC)	5.50	a
T3 (CACC)	5.45	a
T4 (CASC)	5.35	a
T2 (CSSC)	4.99	b

DMS= 0.365

Anexo 11. Análisis de varianza (ANVA) para la variable Solidos Solubles Totales a los 104 ddt.

FV	GL	SC	CM	F-valor	T-tabla (0.01), (0.05)	Pr>F
Tratamientos	3	9.6975	3.2325	2.93 *	(1.77), (2.68)	0.0366
Bloque	39	23.2860	0.5970	0.54 NS	(1.77), (2.68)	0.9851
Error	117	129.1725	1.1040			
Total	159	162.1560				

C.V=12.96% ** altamente significativo * significativo NS: no significativo

Anexo 12. Análisis de varianza para la variable solido soluble a los 104 ddt en los cuatro tratamientos de estudio.

Tratamientos	Valores de medias	Significancia
T1 CSCC	8.5200	a
T4 CASC	8.0225	b
T3 CACC	8.0025	b
T2 CSSC	7.8750	b

DMS= 0.4653

Anexo 13. Análisis de varianza (ANVA) para variable rendimiento en la categoría Rezaga (t ha⁻¹).

FV	GL	SC	CM	F-valor	F- tabla (0.01), (0.05)	Pr>F
Tratamientos	3	20.4581	6.81937	0.49 NS	(6.99), (3.86)	0.7009
Bloques	3	22.54827	7.51609	0.53 NS	(6.99), (3.86)	0.6700
Error	9	126.5243	14.05			
Total	15	169.5307				

C.V= 33.28% ** altamente significativo * significativo NS: no significativo

Anexo 14. Medias obtenidas para rendimiento en la categoría Rezaga (t ha⁻¹) en los cuatros tratamientos de estudio.

Tratamientos	Valores de medias	Significancia
T1 CSSC	12.88	a
T2 CSSC	11.423	a
T3 CACC	11.048	a
T4 CASC	9.710	a

DMS= 8.2767

Anexo 15. Análisis de varianza (ANVA) para la variable rendimiento en la, categoría Small (t ha⁻¹).

FV	GL	SC	CM	F-valor	F- tabla (0.01), (0.05)	Pr>F
Tratamientos	3	1074.6034	358.2011	10.95 **	(6.99), (3.86)	0.0023
Bloques	3	24.4739	8.1579	0.25 NS	(6.99), (3.86)	0.8599
Error	9	294.5172	32.7241			
Total	15	1393.5947				

C.V= 17.43% ** altamente significativo * significativo NS: no significativo

Anexo 16. Medias obtenidas para la variable el rendimiento en la categoría Small (t ha⁻¹) en cuatros tratamientos de estudio.

Tratamientos	Valores de medias	Significancia
T2 CSSC	42.047	a
T1 CSSC	38.834	a b
T4 CASC	28.654	b c
T3 CACC	21.417	c

DMS= 12.62

Anexo 17. Análisis de varianza (ANVA) para el variable rendimiento en la categoría Mediano ($t\ ha^{-1}$).

FV	GL	SC	CM	F-valor	F- tabla (0.01), (0.05)	Pr>F
Tratamientos	3	562.2799	187.42663	3.78 NS	(6.99), (3.86)	0.0526
Bloques	3	113.9600	37.9866	0.77 NS	(6.99), (3.86)	0.5411
Error	9	446.1896	49.5766			
Total	15	1122.429				

C.V= 26.83% ** altamente significativo * significativo NS: no significativo

Anexo 18. Medias obtenidas para la variable rendimiento en la categoría Mediano ($t\ ha^{-1}$) en los cuatros tratamientos de estudio.

Tratamientos	Valores para medias	significancia
T1 CSCC	33.650	a
T2 CSSC	30.170	a
T4 CASC	22.253	a
T3 CACC	18.870	a

DMS= 15.54

Anexo 19. Medias obtenidas para la variable rendimiento en la categoría Mediano ($t\ ha^{-1}$) en los cuatros tratamientos de estudio.

FV	GL	SC	CM	F-valor	F- tabla (0.01), (0.05)	Pr>F
Tratamientos	3	40.5888	13.5296	4.76**	(6.99), (3.86)	0.0298
Bloques	3	8.5222	2.8407	1.00 NS	(6.99), (3.86)	0.4369
Error	9	25.6080	2.8453			
Total	15	74.7191				

C.V= 66.05% ** altamente significativo * significativo NS: no significativo

Anexo 20. Medias obtenidas para la variable rendimiento en la categoría Largo ($t\ ha^{-1}$) en los cuatros tratamientos de estudio.

Tratamientos	Valores de medias	significancia
T2 CSSC	4.143	a
T1 CSCC	4.053	a
T4 CASC	1.563	a
T3 CACC	0.458	a

DMS= 3.7236

Anexo 21. Análisis de varianza (ANVA) para la variable Rendimiento total ($t\ ha^{-1}$).

FV	GL	SC	CM	F-valor	F- tabla (0.01), (0.05)	Pr>F
Tratamientos	3	3970.200	1323.400	12.81**	(6.99), (3.86)	0.0013
Bloques	3	175.875	58.625	0.57 NS	(6.99), (3.86)	0.6501
Error	9	929.582	103.286			
Total	15	5075.658				
C.V= 13.92% ** altamente significativo * significativo NS: no significativo						

Anexo 22. Medias obtenidas para la variable Rendimiento total ($t\ ha^{-1}$) en los cuatros tratamientos de estudio.

Tratamientos	Valores para medias	Significancia
T1 CSCC	89.570	a
T2 CSSC	86.613	a
T4 CASC	63.888	b
T3 CACC	51.795	b
DMS= 22.43		